(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 382 209**

(51) Int. CI.:

| | |
|---|---|
| ***G06K 19/077*** | (2006.01) |
| ***G01V 15/00*** | (2006.01) |
| ***H01L 23/498*** | (2006.01) |
| ***B29C 43/00*** | (2006.01) |
| ***B29C 45/14*** | (2006.01) |
| ***B32B 37/04*** | (2006.01) |
| ***B42D 15/10*** | (2006.01) |
| ***H01L 21/02*** | (2006.01) |

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06845457 .8**

(96) Fecha de presentación: **14.12.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1964034**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

(54) Título: **Técnicas de fabricación de dispositivos eléctricos**

(30) Prioridad:
**21.12.2005 US 314988**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
**06.06.2012**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
**06.06.2012**

(73) Titular/es:
**AVERY DENNISON CORPORATION**
**150 NORTH ORANGE GROVE BOULEVARD**
**PASADENA, CA 91103, US**

(72) Inventor/es:
**FERGUSON, Scott W.;**
**MEHRABI, Ali y**
**MEHRABI, Reza**

(74) Agente/Representante:
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Técnicas de fabricación de dispositivos eléctricos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la Invención

La presente invención se refiere generalmente a un método para fabricar dispositivos eléctricos y al ensamblaje de dispositivos eléctricos. Más particularmente, la presente invención se refiere al ensamblaje de interponedores y/o dispositivos de identificación por radio frecuencia (RFID).

2. Descripción de la Técnica Relacionada

Se usan a menudo técnica de recogida y colocación para ensamblar dispositivos eléctricos. Las técnicas de recogida y colocación implican típicamente componentes robóticos y sistemas de control complejos que sólo manipulan una matriz en cada momento. Tales técnicas pueden utilizar un manipulador, tal como un brazo robótico, para retirar placas o chips de circuito integrado (IC), o matrices, desde un disco de placas de IC y colocarlas sobre un portaplacas, un transporte o directamente en un sustrato. Si no se montan directamente, las placas se montan subsiguientemente sobre un sustrato u otros componentes eléctricos, tales como antenas, condensadores, resistencias e inductores para formar un dispositivo eléctrico.

Un tipo de dispositivo eléctrico que puede ensamblarse usando técnicas de recogida y colocación es un transpondedor de identificación por radiofrecuencia (RFID). Las incrustaciones, etiquetas y rótulos RFID (denominados colectivamente en el presente documento “transpondedores”) se usan ampliamente para asociar un objeto a un código de identificación. Las incrustaciones (transpondedores de incrustación) son transpondedores de identificación que tienen típicamente una forma sustancialmente plana. La antena para un transpondedor de incrustación puede tener la forma de una traza conductora depositada sobre un soporte no conductor. La antena tiene una forma adecuada, tal como una bobina plana u otra forma geométrica. Asimismo, se depositan conectores para la antena, con capas no conductoras interpuestas según sea necesario. Se proporcionan memoria y cualesquiera funciones de control por una placa montada sobre el soporte y conectada operativamente con los conectores a la antena. Una incrustación de RFID puede unirse o laminarse con materiales de rótulo o etiqueta seleccionados fabricados de películas, papeles, laminaciones de películas y papeles, u otros materiales de lámina flexibles adecuados para un uso final particular. La pieza de rótulo de RFID o de etiqueta de RFID puede entonces sobreimprimirse con texto y/o gráficos, troquelándose como formas y tamaños específicos en rollos de rótulos continuos, o láminas de rótulos únicos o múltiples, o rollos de láminas de etiquetas.

En muchas aplicaciones de RFID, es deseable reducir el tamaño de los componentes eléctricos tanto como sea posible. Con el fin de interconectar placas muy pequeñas con antenas en incrustaciones RFID, se conoce el uso de una estructura denominada diversamente “interponedores”; “correas” y “portadores” para facilitar la fabricación de las incrustaciones. Los interponedores incluyen conectores o almohadillas conductoras que se acoplan eléctricamente con las almohadillas de contacto de las placas para acoplarse con las antenas. Estas almohadillas proporcionan generalmente un área de contacto eléctrica efectiva más grande que los ICs alineados precisamente para su colocación directa sin un interponedor. El área más grande reduce la precisión requerida para la colocación de los ICs durante la fabricación, al tiempo que todavía proporciona una conexión eléctrica efectiva. La colocación y montaje de IC presentan serias limitaciones a la fabricación de alta velocidad. La técnica anterior describe una variedad de estructuras de interponedor o correa que usan típicamente un sustrato flexible que transportar las almohadillas o conectores de contacto del interponedor.

Según se apuntó anteriormente, los transpondedores de RFID incluyen tanto circuitos integrados como antenas para proporcionar funcionalidad de identificación por radio frecuencia. Por otro lado, los interponedores incluyen los circuitos integrados pero deben acoplarse con las antenas para formar transpondedores RFID completos. Según se usa en la presente solicitud de patente, el término “dispositivo” hace referencia tanto a un transpondedor RFID como a un interponedor que se pretende incorporar en un transpondedor RFID.

Los dispositivos RFID tienen generalmente una combinación de antenas y electrónica analógica y/o digital, que puede incluir por ejemplo electrónica de comunicaciones, memoria de datos y lógica de control. Por ejemplo, las etiquetas de RFID se usan en conjunción con una cerradura de seguridad en coches, para control de acceso a edificios, y para seguimiento de inventario y paquetes. Algunos ejemplos de etiquetas y rótulos de RFID aparecen en las patentes norteamericanas números 6-107.920, 6.206.292 y 6.262.292.

Un dispositivo RFI puede fijarse a un artículo cuya presencia se haya de detectar y/o vigilar. La presencia de un dispositivo de RFID y, por tanto, la presencia del artículo al cual se fija el dispositivo se puede comprobar y vigilar mediante dispositivos conocidos como “lectores”.

Típicamente, los dispositivos de RFID se producen modelando, grabando o imprimiendo un conductor sobre una

capa dieléctrica y acoplando el conductor a una placa. Como se mencionó, las técnicas de recogida y colocación se usan a menudo para posicionar una placa sobre el conductor modelado. Alternativamente, una banda que contenga una pluralidad de placas puede laminarse en una banda de material de conductor impreso. Un ejemplo de tal procedimiento se describe en los documentos EP 1 730 673, WO 2005/096221 y US 2005/206524.

Las placas pueden acoplarse al conductor por cualquiera de una variedad de materiales y/o métodos de conexión adecuados tales como, por ejemplo, mediante el uso de un adhesivo conductor o no conductor, mediante el uso de materiales de unión termoplásticos, mediante el uso de tintas conductoras, mediante el uso de soldadura y/o sinterización o mediante electrochapado. Típicamente, el material usado para acoplar mecánica y/o eléctricamente la placa al conductor requiere de calor y/o presión para formar una interconexión final – un proceso, en el caso de adhesivos, conocido como curado. Los métodos de unión termocompresivos convencionales usan típicamente alguna forma de presión para dirigir la presión y el calor, a través de conducción o convección, a un conjunto de dispositivos RFID o a una banda de conjuntos de dispositivos de RFID. Por ejemplo, la presión y el calor pueden aplicarse comprimiendo el dispositivo de RFID o una banda de conjuntos de dispositivos de RFID entre un par de platos térmicos y apoyándose en la conducción a través de diversos medios, incluyendo placa y antena, para calentar el material de conexión. Alternativamente, uno de los platos térmicos puede equiparse con unos pasadores para aplicar selectivamente presión y/o calor a ciertas áreas (por ejemplo, sólo a las placas), y apoyándose de nuevo en la conducción para calentar el material de conexión. Alternativamente y en especial en el caso de soldadura con estaño, puede usarse un horno en el que todo el conjunto se mantenga a una temperatura elevada y mediante convección vuelva a fluir el material de soldadura con estaño. En este último caso, puede no aplicarse presión al dispositivo.

Sin embargo, las técnicas de fabricación de incrustaciones o interponedores de RFID convencionales usando conjuntos de microplacas volantes son generalmente incapaces de producir dispositivos a una velocidad lo suficientemente rápida para satisfacer la demanda. Se requiere un esfuerzo considerable para alinear con precisión las placas de las estructuras de antena que a menudo limitan la velocidad a la cual pueden producirse los dispositivos. Además, los métodos de fabricación de microplacas volantes convencionales producen un dispositivo de grosor variable al colocar la placa en la parte superior de un sustrato u otra superficie. De este modo, los lados de las placas están generalmente expuestos, haciendo más vulnerable al dispositivo frente a daños. Un rótulo o etiqueta ideales de RFID sería muy delgado y también tendría un grosor sustancialmente uniforme. Uno de los problemas con las técnicas de fabricación de incrustaciones e interponedor de RFID convencionales, así con los dispositivos de RFID mismos, es que el grosor de la placa es mayor que el grosor del sustrato, frecuentemente en un factor grande. La colocación de la placa sobre un sustrato de película o banda crea una protuberancia allí donde se coloca la placa. Tal protuberancia presenta problemas al equipo de impresión que subsiguientemente puede imprimir texto o gráficos sobre la cara de la pieza de etiqueta. En el caso de etiquetas de RFID u otros dispositivos sobre los que típicamente se puede imprimir, la superficie desigual del dispositivo puede interferir con el proceso de impresión provocando distorsión y/o errores de impresión.

Por tanto, es deseable proporcionar un método de alta velocidad para fabricar dispositivos eléctricos en los que el dispositivo acabado tenga un perfil relativamente plano.

A partir de lo anterior se verá que hay sitio para una mejora de los transpondedores de RFID y de los procesos de fabricación relativos a los mismos.

El documento US-A2005/093172 describe un método de fabricación de un dispositivo eléctrico que comprende los pasos de proporcionar un sustrato, sobre el cual se proporcionan unos patrones de cableado y sus secciones de terminal, que tiene una capa de resina termoplástico adherida sobre el mismo; colocar una placa en la superficie superior de la capa de resina que temporalmente se fija sobre la misma; y tras pasar entre un par de rodillos de calentamiento/presurización, presionar la placa dentro del sustrato calentando directamente toda la película con el fin de embutir la placa dentro de la resina. Sin embargo, dicho documento no describe que sólo se calienta una región del sustrato con radiación infrarroja o infrarrojo cercano, ni que la resina ya se ha llevado a una temperatura elevada, es decir está (pre)calentada, cuando la placa se presiona dentro de la resina, con lo que la presión aplicada a la placa se puede disminuir, mientras que la presión de la placa dentro de la resina sin ablandar puede dañar la placa.

El documento CA-A-2.128.947 describe un procesamiento para insertar un microcircuito dentro del cuerpo de una tarjeta inteligente y/o tarjeta de memoria de un material termoplástico, que incluye una etapa que consiste en calentar el cuerpo de tarjeta al menos en la región de un área de inserción diseñada para recibir el microcircuito, con la finalidad de ablandar el material termoplástico situado en esta área, una etapa que consiste en presionar el microcircuito contra el material termoplástico ablandado, con la finalidad de hundirlo en este último, y una etapa que consiste en enfriar el material termoplástico ablandado después de la etapa de prensado. Sin embargo, dicho documento no describe que sólo se calienta una región del sustrato con radiación infrarroja o infrarrojo cercano, y no describe que el sustrato tiene estructuras de antena, y así es silencioso en lo que se refiere a una característica según la cual el microcircuito está acoplado con estas estructuras de antena.

El documento norteamericano número 5.800.763 describe un método para producir un portador de datos con un módulo electrónico o tira magnética embutido, que comprende cargar un rebajo de una matriz con un cantidad medida de un compuesto de moldeo tal como un material granular plástico, calentar el componente de moldeo y presionar dicho componente de moldeo hasta las dimensiones deseadas del cuerpo de tarjeta. El elemento electrónico es coloca sobre dicha primera capa y se cubre con una segunda cantidad de material granular plástico, de tal modo que el elemento electrónico esté rodeado completamente por material plástico, o se le presione dentro del material granular ablandado. Sin embargo, dicho documento no describe que sólo una región del sustrato se calienta con radiación infrarroja o infrarrojo cercano, y dado que el componente de moldeo no tiene estructuras de antena, dicho documento guarda silencio en lo relativo a una característica de que el microcircuito está acoplado con estas estructuras de antena. Además, según dicho método se considera difícil proporcionar un elemento electrónico nivelado con la superficie superior del componente de moldeo.

El documento DE-A-197 31 737 describe un método de fijación de una placa que tiene un grupo de anclaje sobre un cuerpo de tarjeta termoplástico, el cual comprende un paso de presionar el grupo de anclaje dentro de la superficie del cuerpo de tarjeta termoplástico dentro de un rebajo en donde el cuerpo de tarjeta termoplástico es calentado y ablandado localmente mediante soldadura ultrasónica. Sin embargo, dicho documento no describe que la placa se ha de embutir dentro del cuerpo de tarjeta termoplástico y que la superficie superior de la placa está nivelada con la superficie superior del citado cuerpo de tarjeta, mientras que las superficies laterales están encajonadas dentro de dicho cuerpo de tarjeta. Además, dado que el cuerpo de tarjeta no tiene estructuras de antena, dicho documento guarda silencio con relación a una característica de que la placa está acoplada con estas estructuras de antena.

El documento DE-A-195 18 936 describe un método de embutir un transpondedor dentro de una pared termoplástico, que comprende los pasos de proporcionar un rebajo y una nervadura en la pared termoplástico mediante el calentamiento y prensado de una región de dicha pared termoplástico, colocando el transpondedor en dicho rebajo, cubrir a continuación completamente el transpondedor con material granular tal como polietileno, y fundir el material granular para formar una capa de cubierta sellada que embute completamente dicho transpondedor. Sin embargo, dicho documento no describe que sólo se calienta una región del sustrato con radiación infrarroja o de infrarrojo cercano, y dado que el compuesto de moldeo no tiene estructuras de antena, dicho documento es silencioso en lo relativo a una característica de que el microcircuito está acoplado con estas estructuras de antena. Además, según dicho método se considera difícil proporcionar un elemento electrónico nivelado con la superficie superior del material granular.

Según la presente invención, se proporciona un método para fabricar un dispositivo eléctrico, que comprende:

proporcionar una banda de sustrato con una superficie superior y una superficie de fondo, que tiene un refuerzo sobre la superficie de fondo y unas estructuras de antena sobre la superficie superior;

colocar una placa que tiene una superficie superior, una superficie de fondo y superficies laterales sobre la superficie superior de la banda de sustrato;
calentar una región de la banda de sustrato con radiación infrarroja o de infrarrojo cercano;
embutir la placa dentro de la banda de sustrato mientras la banda de sustrato está a una temperatura elevada de tal modo que dicha región de la banda de sustrato se deforme y que la superficie superior de la placa esté nivelada con la superficie superior de la banda de sustrato y que las superficies laterales estén encajonadas dentro de la banda de sustrato; y
acoplar la placa a una de las estructuras de antena de la banda de sustrato.

La invención se define por la reivindicación independiente.

Realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

En una realización, la placa puede usarse como una herramienta formadora que simultáneamente forma un rebajo en el sustrato y embute la placa en el rebajo, eliminando, por tanto, la necesidad de los pasos adicionales para formar por separado una rebajo en el sustrato y alinear posteriormente la placa con el rebajo antes de su inserción en el mismo.

Según otro aspecto adicional, se proporciona un dispositivo eléctrico que comprende una placa y un sustrato. La placa se embute en el sustrato y se encajona al menos parcialmente por el sustrato. En una realización, el dispositivo incluye un elemento eléctrico, tal como una estructura de antena, o una capa planarizadora. Unas almohadillas de unión sobre la placa se extienden a través de la capa planarizadora y se acoplan eléctricamente con la estructura de antena. El sustrato puede ser un material termoplástico.

La siguiente descripción y los dibujos anexos exponen con detalle ciertas realizaciones ilustrativas de la invención. Sin embargo, estas realizaciones son indicativas de sólo unas pocas de las diversas maneras bajo las cuales

pueden emplearse los principios de la invención. Otros objetos, ventajas y características novedosas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción destallada de la invención cuando se la considere junto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos anexos, que no estarán necesariamente a escala,

La figura 1 es un diagrama de flujo que representa un método de la presente invención;
La figura 2 es una vista lateral de un dispositivo eléctrico de la presente invención;
La figura 3 es una vista oblicua de un dispositivo eléctrico de la presente invención;
La figura 4 es una vista lateral de un dispositivo eléctrico en un dispositivo para aplicar termocompresión según la presente invención;
La figura 5A es una vista lateral de un dispositivo eléctrico de la presente invención;
La figura 5B es una vista lateral de un dispositivo eléctrico de la presente invención;
La figura 6 es una vista oblicua de un dispositivo de laminado;
La figura 7A es una vista lateral de un sistema;
La figura 7B es una vista lateral de un sistema;
La figura 8 es una vista lateral de un dispositivo eléctrico en un dispositivo para aplicar termocompresión según la presente invención;
La figura 9 es una vista lateral de un dispositivo eléctrico en un dispositivo para aplicar termocompresión según la presente invención;
La figura 10A es una vista lateral de un dispositivo eléctrico en un dispositivo para aplicar termocompresión según la presente invención;
La figura 10B es una gráfica de las tasas de absorción de radiación NIR relativas de diversos materiales ejemplares que pueden usarse en la presente invención;
La figura 11 es una vista superior de un sustrato de banda que puede usarse según un método de la presente invención;
La figura 12 es una vista superior de otro sustrato de banda que puede usarse según un método de la presente invención;
La figura 13 es una vista en sección transversal del sustrato de banda de la figura 11;
La figura 14 es una vista en sección transversal del sustrato de banda de la figura 11 durante la embutición de una placa en su interior;
La figura 15 es una vista en sección transversal del sustrato de banda de la figura 12;
La figura 16 es una vista en sección transversal del sustrato de banda de la figura 12 durante la embutición de una placa en su interior;
La figura 17 es una vista lateral de un dispositivo para embutir una placa en un sustrato según un método de la presente invención;
La figura 18 es una vista lateral de un dispositivo para embutir una placa en un sustrato según un método de la presente invención;
La figura 19 es una vista en sección transversal de los componentes de un dispositivo eléctrico;
La figura 20 es una vista en sección transversal de un dispositivo eléctrico ensamblado formado con los componentes de la figura 19;
La figura 21 es una vista en sección transversal de un sustrato que tiene una placa embutida en su interior y de una banda que tiene sobre la misma porciones de elementos de antena;
La figura 22 es una vista en sección transversal de un dispositivo eléctrico ensamblado formado con el sustrato y la banda de la figura 21;
La figura 23 es una vista en sección transversal con los componentes de un dispositivo eléctrico;
La figura 24 es una vista en sección transversal de un dispositivo eléctrico ensamblado formado con los componentes de la figura 23;
La figura 25 es una vista superior de un dispositivo eléctrico; y
La figura 26 es una vista superior del dispositivo eléctrico de la figura 25 con la placa conectada eléctricamente a porciones de elementos de antena.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se proporciona un método de fabricación de dispositivos eléctricos en el que una placa u otro componente eléctrico se embuten en un sustrato. El sustrato puede ser un material termoplástico capaz de deformarse alrededor de la placa cuando se aplica calor y/o presión al sustrato. El sustrato puede incluir una capa compresible que puede comprimirse para formar un rebajo dentro del cual puede insertarse la placa. Una vez embutido, la placa u otro componente eléctrico se fija a la banda y puede acoplarse con otro componente eléctrico. Asimismo, se proporciona un método de fabricación de un dispositivo de RFID en el que una placa de RFID se embute en un sustrato usando calor y/o presión, se aplica una estructura de antena al sustrato, y la placa de RFID y la estructura de antena se acoplan conjuntamente.

Haciendo referencia a la figura 1, se describirá un método 5 de fabricación de dispositivos eléctricos en formato de

banda. Se apreciará que los dispositivos eléctricos pueden ser dispositivos distintos de dispositivos de RFID. Similarmente, otros componentes eléctricos, además de estructuras de antena, pueden usarse según la presente invención. Sin embargo, debido a que este método es muy adecuado para la fabricación a alta velocidad de dispositivos de RFID, se describirá en el contexto de un procedimiento de fabricación de dispositivos de RFID.

El método 5 mostrado en la figura 1 comienza en el número de paso 10 del proceso, en el que se coloca una placa sobre un sustrato de banda. Según se apreciará, la placa puede ser parte de una estructura de interponedor, según se describió anteriormente. En el paso 12 del proceso, la placa se embute dentro del sustrato de banda aplicando calor y/o presión a la placa y/o a la banda. Una vez que la placa se embute adecuadamente en el sustrato de banda, la placa y/o la banda se enfrían en el paso 14 del proceso. Se apreciará que el paso de enfriamiento de la placa y/o la banda puede lograrse sencillamente dejando de aplicar calor y/o presión a las mismas. En el paso 16 del proceso, la placa se acopla con una estructura de antena. Según se describirá con mayor detalle en el presente documento, la estructura de antena puede aplicarse o formarse sobre la banda antes, durante o después de que la placa se embuta dentro de la banda.

Los pasos del proceso anterior se describen ahora con mayor detalle, con referencia a una realización ilustrativa. Volviendo a las figuras 2 y 3, se coloca una placa 20 sobre un sustrato 32 de banda que tiene un refuerzo 36. La placa 20 puede incluir unas protuberancias 22 para acoplar la placa 20 con una antena u otro componente eléctrico. La placa 20, que tiene una sección transversal generalmente rectangular, tiene una superficie superior 24, una superficie 25 de fondo y unas superficies laterales 26a, 26b, 26c, 26d. En esta figura, las protuberancias 22 están en la superficie superior 24 de la placa 20 de tal manera que cuando se embute la placa 20 en el sustrato 32 de banda las protuberancias 22 permanecen accesibles para acoplamiento con un componente eléctrico.

En la figura 4, un dispositivo termocompresor 40 está posicionado por encima de la placa 20 y configurado para comprimir la placa 20 contra la banda 32 en la dirección de la flecha A. El refuerzo 36 puede ser rígido o semirrígido para proporcionar un soporte adecuado al sustrato 32 de banda durante la compresión. El dispositivo termocompresor 40 incluye una prensa para coger la placa 20. En esta realización, el dispositivo termocompresor 40 puede ser cualquier dispositivo termocompresor adecuado capaz de aplicar calor y presión. Un ejemplo de un dispositivo termocompresor adecuado se describe en los documentos EP 1 766 666, WO 2006/014231 y US 2005/282355.

También pueden usarse dispositivos termocompresores convencionales usados para curar adhesivos y/o soldaduras con estaño. La energía térmica para calentar la placa 20 y/o el sustrato 32 de banda puede aplicarse mediante conducción a través de la prensa 42 del dispositivo termocompresor 40. El dispositivo termocompresor 40 puede configurarse para precalentar la placa 20 y/o el sustrato 32 de banda a una temperatura predeterminada, garantizando así que el sustrato 32 de banda sea adecuadamente ablandado antes de aplicar presión sobre la placa 20. El precalentamiento de la placa 20 y/o del sustrato 32 de banda puede impedir daños a la placa 20 cuando la placa 20 se comprime contra el sustrato 32 de banda.

Un ejemplo de un elemento de calentamiento conductor que puede usarse para suministrar energía térmica es un elemento de calentamiento autorregulador de Punto de Curie. Tal elemento de calentamiento se describe en la patente norteamericana número 5.182.427 y se materializa en la tecnología SmartHeat® fabricada actualmente por Metcal de Menlo Park, California. Tales elementos de calentamiento comprenden típicamente un núcleo de cobre central que tiene un revestimiento de una aleación metálica de níquel magnetizada. Se induce una corriente de alta frecuencia en el elemento de calentamiento y, debido al efecto epidérmico, esta tiende a fluir en el revestimiento de la aleación metálica de níquel. El calentamiento Joule de la aleación metálica de níquel de una resistencia eléctrica relativamente alta hace que aumente la temperatura del revestimiento. Una vez que la temperatura del revestimiento de la aleación métrica de níquel alcanza su Punto de Curie característico, ya no fluye corriente en el revestimiento de aleación metálica de níquel y, en vez de ello, fluye a través del núcleo de cobre central de baja resistencia. La temperatura del Punto de Curie se mantiene esencialmente en este punto. De este modo, cuando se enciende la corriente de alta frecuencia, el elemento de calentamiento se calienta rápidamente hasta la temperatura del Punto de Curie y posteriormente se autorregula a esa temperatura. Los elementos de calentamiento autorreguladores de Punto de Curie resultan ventajosos porque son pequeños, eficientes y autorreguladores de la temperatura, permitiendo asignar un elemento de calentamiento independiente a cada punto deseado de termocompresión. Se apreciará que también pueden usarse otros elementos de calentamiento, tales con elementos de calentamiento resistivos ordinarios.

Volviendo a las figuras 4 y 5A, el sustrato 32 de banda se calienta por el dispositivo termocompresor 40 y se hace cada vez más plegadizo de tal manera que cuando la placa 20 se fuerza contra el sustrato 32 de banda por el dispositivo termocompresor 40, el sustrato 32 de banda se deforma alrededor de la placa 20. La deformación del sustrato 32 de banda alrededor de la placa 20 se ilustra en la figura 5A. La placa 20 de la figura 5A se embute en el sustrato 32 de banda, con la superficie superior 24 de la placa 20 al nivel sustancialmente (por ejemplo, nivelada) del sustrato 32 de banda. Los lados 26a, 26b, 26c, 26d (no mostrados) de la placa 20 están encajonados sustancialmente dentro del sustrato 32 de banda. De este modo, el perfil de la placa 20 se superpone dentro del

perfil del sustrato de la banda, creando así un perfil uniforme y, de ahí, una estructura sustancialmente plana. Las protuberancias 22 de la placa 20 pueden extenderse ligeramente por encima de la superficie superior del sustrato 32 de banda para permitir que la placa 20 sea acoplada con una estructura de antena u otro componente eléctrico.

El grosor de placa típico oscila desde aproximadamente 75 micras (3 milésimas de pulgada) hasta 150 micras (6 milésimas de pulgada) o más. Los sustratos o películas de banda típicos usados en el procesamiento de banda pueden oscilar desde 40 micras (~ 1,5 milésimas de pulgada) hasta 200 micras (8 milésimas de pulgada) o incluso más. Embutir la placa dentro del sustrato reduce el grosor global de un dispositivo de RFID resultante y produce un dispositivo de RFID relativamente plano. Idealmente, el sustrato de banda tendrá un grosor que es igual o ligeramente mayor que el grosor de la placa. Así, la placa puede embutirse en el sustrato de banda de tal manera que no haya virtualmente ninguna protuberancia superficial, produciendo así un interponedor o dispositivo con un perfil plano.

Una vez que la placa 20 se embute en el sustrato 32 de banda, el dispositivo termocompresor 40 se desacopla de la placa 20 y se permite el enfriamiento del sustrato 32 de banda. Mientras se enfría el sustrato 32 de banda éste se hace menos plegadizo y se contrae ligeramente, asegurando así la placa 20 dentro del sustrato 32 de banda. Se apreciará que la placa 20 está ahora al menos parcialmente encajonada dentro del sustrato 32 de banda, asegurada mecánicamente dentro del sustrato de banda por el sustrato 32 de banda mismo.

El sustrato 32 de banda puede ser un material termoplástico capaz de ablandarse tras la aplicación de calor al material y de endurecerse tras el enfriamiento. De este modo, el sustrato 32 de banda puede ser una película de plástico, una película de polímero, o cualquier otro material termoplástico. El sustrato 32 de banda también puede ser un material termoestable. En algunas aplicaciones, el sustrato 32 de banda también puede ser curable con luz ultravioleta.

Se apreciará que una pluralidad de placas 20 puede embutirse en un sustrato 32 de banda a intervalos predeterminados en uno o más carriles. Alternativamente, una pluralidad de placas 20 puede embutirse en una lámina de material de sustrato 32 en localizaciones predeterminados. Una vez que las placas 20 se embuten en el sustrato 32 de banda, las placas 20 pueden acoplarse con estructuras de antena u otros componentes eléctricos. Las estructuras de antena u otros componentes eléctricos pueden transferirse al sustrato 32 de banda o lámina o formarse sobre el sustrato 32 de banda o lámina antes, durante o después de embutir las placas 20. Pueden proporcionarse estructuras de antena preformadas sobre o dentro del sustrato 32 de banda de tal manera que cuando se embuta una placa 20 en el sustrato 32 de banda ésta se acople eléctricamente (es decir, directamente) a la estructura de antena y se acople mecánicamente a la antena por un proceso subsiguiente tal como la impresión de conectores de tinta conductora desde las protuberancias de la placa hasta la estructura de antena.

Por ejemplo, en la figura 5B se embute una placa 20 en un sustrato 32 que tiene un refuerzo 36 y unos elementos 52 de antena preformados. El refuerzo 36, que puede proporcionar rigidez al sustrato 32, no es típicamente parte de un dispositivo terminado. Sin embargo, en algunos casos un dispositivo puede incluir el refuerzo 36. Los elementos 52 de antena preformados están dispuestos adyacentes a las protuberancias 22, o contactos, de la placa 20. Se apreciará que la placa puede embutirse en el sustrato 32 de banda en una posición que se ha de acoplar con elementos 52 de antena preformados. Por ejemplo, el acoplamiento puede lograrse imprimiendo un material conductor para conectar directamente los elementos 52 de antena con las protuberancias 22 de la placa 20. Además, las protuberancias 22 de la placa 20 pueden embutirse en el sustrato 32 de banda de tal manera que las protuberancias 22 estén en contacto directo con los elementos 52 de antena (por ejemplo, con la placa 20 en una orientación con las protuberancias hacia abajo), acoplando así la placa 20 a los elementos 32 de antena.

En la figura 6, se muestra un sustrato 32 de banda que tiene una pluralidad de placas embutidas 20. En esta figura, las placas 20 están embutidas en el sustrato 32 de banda en una sola fila o carril. El sustrato 32 de banda con placas embutidas 20 se está laminando en un sustrato 50 que porta las estructuras 52 de antena. Las placas 20 y las estructuras 52 de antena pueden indexarse y acoplarse con las estructuras 52 de antena de cualquier manera adecuada. Típicamente, el paso entre los elementos de las bandas respectivas será el mismo de modo que sólo se requiera un indexado inicial. Una vez que se laminan el sustrato 32 de banda de las placas 20 y el sustrato 52 de estructura de antena, que contiene las estructuras 52 de antena, pueden singularizarse los dispositivos de RFID individuales de la banda terminada 60.

Se apreciará que son posibles otros métodos de formación de una estructura de antena. Por ejemplo, estampado de hoja, impresión de tinta conductora, chapado metálico, pulverización o evaporación metálica, o puede usarse cualquier otra forma de modelado conductor para formar una antena u otro componente eléctrico sobre el sustrato 32 de banda. El acoplamiento eléctrico de los puntos de contacto, o protuberancias 22, y las estructuras 50 de antena u otros componentes eléctricos puede realizarse por contacto directo. Alternativamente, pueden usarse epoxi conductor, adhesivo conductor isotrópico, adhesivo conductor anisotrópico, material de soldadura con estaño o cualesquiera otros medios adecuados para lograr el acoplamiento eléctrico. Las estructuras 50 de antena pueden acoplarse eléctricamente con las placas 20 en el momento de su formación. Alternativamente, las estructuras 50 de

antena pueden formarse o aplicarse de otra forma al sustrato 32 y acoplarse con las placas 20 en un momento posterior mediante impresión de tinta conductora o cualquier otro proceso adecuado.

Volviendo ahora a la figura 7A, se describirá un sistema 100 para fabricar dispositivos de RFID según el método 5 (figura 1) de la presente invención. Un sustrato 32 de banda que tiene un refuerzo opcional 34 entra en el sistema 100 desde la izquierda y avanza hacia la derecha. Un dispositivo 110 de colocación de placas coloca placas 20 sobre el sustrato 32 de banda a intervalos predeterminados usando unas boquillas 112. Después de que se coloca una placa 20 sobre el sustrato 32 de banda, la placa 20 se embute en el sustrato 32 de banda por un dispositivo termocompresor 40. Cuando una placa 20 entra en el dispositivo termocompresor 40, se aplica calor a la placa 20 y/o al sustrato 32, calentando así el sustrato 32 de banda. Una vez que el sustrato 32 de banda alcanza una temperatura predeterminada, la prensa 42 del dispositivo termocompresor 40 fuerza la placa 20 a un acoplamiento compresivo con el sustrato 32 de banda. Después de que una placa 20 avanza a través del dispositivo termocompresor 40, la superficie superior 24 de la placa está sustancialmente nivelada con el sustrato 32 de banda. En esta realización, la placa 20 incluye unas protuberancias 22 que sobresalen ligeramente por encima de la superficie del sustrato 32 de banda. El sustrato 32 de banda y las placas embutidas 20 entran a continuación en el dispositivo de laminación 55, en el que se indexa una banda de estructuras 52 de antena y se lamina con las mismas. Los dispositivos 62 de RFID de la banda 60 pueden singularizarse entonces respecto del sustrato 32 de banda.

En la figura 7B, se muestra otro sistema 120 para fabricar dispositivitos de RFID según el método 5 (figura 1) de la presente invención. El sistema 120 es similar al sistema 100 de la figura 7A en todos los aspectos excepto en que, en esta realización, las placas 20 se embuten en el sustrato 32 de banda cuando éstas pasan entre rodillos de compresión 44 y 46. Se apreciará que el sustrato 32 de banda puede calentarse antes de entrar en los rodillos de compresión 44 y 46. Alternativamente, los rodillos de compresión 44 y 46 pueden aplicar calor mediante conducción a la placa 20 y/o al sustrato 32 de banda. Según se apreciará, se pueden usar métodos para aplicar presión con el fin de embutir las placas en el sustrato.

En una variación de las realizaciones antes descritas, y según se ilustra por las líneas de rayas de las figuras 7A y 7B, la banda 52 de antenas puede proporcionarse con la forma de una banda 52 de soporte a la cual se adhieren las superficies interiores de una pluralidad de, por ejemplo, antenas 50, cortadas por troquel o láser, por medio de un adhesivo soltable, y en la que las superficies exteriores de las porciones de conector y cuerpo de las antenas están revestidas respectivamente con adhesivos conductores y no conductores sin curar, tal como se describe en el documento US 2007/141 760 (serie 11/314.988) presentado el 21 de diciembre de 2005. En esta variación alternativa, las antenas individuales se desprenden simultáneamente de la banda de soporte y se laminan con el sustrato 32 de banda por el dispositivo de laminación 55, con los conectores de las antenas respectivas en coincidencia con las protuberancias 22 y acoplados eléctricamente con las mismas sobre las respectivas de las placas 20, y enrollándose la banda de soporte de antenas despoblada alrededor de un carrete de recogida (no mostrado).

Volviendo ahora a las figuras 8-10A, se describirá un método de la presente invención que usa un dispositivo termocompresor de infrarrojo para embutir una placa en un sustrato de banda. En la figura 8, un dispositivo compresor 230 está configurado para comprimir una placa 220 contra un sustrato 222 de banda que tiene un refuerzo 224. Una fuente de energía de infrarrojo 240 está configurada para suministrar energía térmica al sustrato 222 de banda y/o a la placa 220. Se apreciará que el refuerzo 224 puede ser relativamente transparente a la radiación en comparación con el sustrato 222 de banda de modo que la radiación infrarroja pueda atravesar el refuerzo 224 y ser absorbida por el sustrato 222 de banda, calentando así el sustrato 222 de banda. Sin embargo, la radiación infrarroja también puede dirigirse a un refuerzo 224 relativamente absorbente de radiación, calentando así el refuerzo 224 y, en consecuencia, el sustrato 222 de banda mediante conducción. Asimismo, se apreciará que el sustrato 222 de banda y el refuerzo 224 pueden ser relativamente transparentes a la radiación. En tal caso, la placa 220 sería relativamente absorbente de la radiación de tal manera que la radiación infrarroja procedente de la fuente de energía infrarroja 240 caliente la placa 220, la cual, a su vez, calienta el sustrato 222 de banda.

En la figura 9, la fuente 240 de calor de infrarrojo se ha activado, calentando así el sustrato 222 de banda y haciendo que se ablande el sustrato 222 de banda. El dispositivo compresor 230 comprime la placa 220 contra el sustrato 222 de banda, embutiendo de esta manera la placa 220 en el sustrato 222 de banda. En esta figura, la placa 220 está embutida parcialmente en el sustrato 222 de banda.

Volviendo ahora a la figura 10A, la placa 220 está totalmente embutida en el sustrato 222 de banda. Una vez que la placa 220 está totalmente embutida en el sustrato 222 de banda, el dispositivo termocompresor de infrarrojo 230 se desacopla de la placa 220, se desactiva la fuente térmica infrarroja 240, y se permite el enfriamiento de la placa 220, el sustrato 222 de banda y el refuerzo 224. Cuando el sustrato 222 de banda se enfría se hace menos plegadizo y se contrae ligeramente, asegurando así la placa 220 de una manera parcialmente encajonada dentro del sustrato 222 de banda. Se apreciará que la placa 220 está ahora encajonada al menos parcialmente dentro del sustrato 222 de banda, asegurada mecánicamente dentro del sustrato 222 de banda por el sustrato 222 de banda mismo.

El uso de radiación electromagnética como fuente térmica en los métodos de la presente invención ofrece diversas ventajas. La transferencia térmica de energía radiante, en comparación con la transferencia térmica conductora y convectiva, es capaz de lograr flujos térmicos significativamente mayores. La energía radiante puede proporcionar un calentamiento extremadamente rápido debido a la alta velocidad de la luz y la posibilidad de aplicar calor directamente al material que se ha de calentar. El calentamiento radiante controlado puede lograr diversas ventajas en el proceso, tales como una reducción de los requisitos de enfriamiento del sistema y una presión mejorada mediante la coordinación entre calor y presión localizados.

Según se ha descrito, el calentamiento radiante puede aplicarse directamente al material que se ha de calentar. La capacidad de aplicar con precisión calor de manera directa a áreas que se han de calentar es ventajosa porque puede requerirse menos energía térmica global en comparación con métodos de calentamiento conductores o convectivos. Además, debido a que se aplica menos energía térmica global, una vez que finaliza el proceso, los materiales se enfrían más rápidamente, permitiendo que comience más rápidamente el procesamiento subsiguiente del sustrato de banda.

El calentamiento de energía radiante puede combinarse con otros modos de transferencia térmica, por ejemplo calentamiento conductivo, para lograr efectos ventajosos. Como se mencionó anteriormente, puede usarse transferencia térmica por radiación electromagnética para calentar estructuras del sistema (particularmente las placas o el material de refuerzo), las cuales, a su vez, pueden transferir calor por conducción al sustrato de banda. De este modo, la radiación electromagnética no necesita aplicarse directamente al material que se ha de calentar, sino, por el contrario, indirectamente mediante conducción térmica desde una estructura adyacente tal como una placa o refuerzo.

Como se mencionó anteriormente, la energía radiante puede atravesar uno o más materiales relativamente transparentes a la radiación antes de impactar contra un material relativamente absorbente de la radiación y ser absorbido por el mismo. Según se emplea en el presente documento, un material relativamente transparente a la radiación (también denominado “material transparente”) hace referencia a un material que es menos absorbente de la energía radiante que el material relativamente absorbente de la radiación (también denominado “material absorbente”). Se apreciará que la transparencia o absorción relativa de un material es función de la longitud de onda de la radiación. Adicionalmente, cada fuente de radiación puede tener un espectro de potencia único, el cual determina cuánta energía se emite en función de la longitud de onda de la radiación. Por tanto, la fuente de energía radiante puede elegirse o ajustarse con el fin de lograr los efectos de transmisión o absorción deseados de los materiales.

Por ejemplo, en la figura 10B, una fuente de cuerpo negro de infrarrojo cercano (NIR) que emite a 3200 K se compara con los espectros de absorción relativos de diversos materiales ejemplares que pueden usarse en la presente invención. La gráfica mostrada en la figura 10B tiene fines explicativos y los materiales mostrados son únicamente materiales ejemplares que pueden usarse según la presente invención. Los materiales no pretenden limitar de ninguna manera los materiales que pueden usarse para practicar la presente invención. A partir de la gráfica puede verse que en la mayor parte del espectro de longitud de onda, los materiales ejemplares que pueden usarse en el sistema (silicona transparente, polisulfona, PNMA (metacrilato de polimetilo)) absorben la radiación NIR a una tasa mucho menor que la silicona pulida de la que puede estar compuesta una placa. La mayor tasa de absorción de radicación NIR por el material de silicona pulida permite que las placas sean calentadas rápidamente por la radiación NIR mientras el material de sustrato permanece relativamente frío. Se apreciará que muchos polímeros, tal como PEEK (polieteretercetona) o PEN (naftalato de polietiletileno), están disponibles para uso como material de platina flexible dado que la mayoría de polímeros son generalmente transparentes al NIR. Energía de radiación electromagnética adecuada puede utilizarse para calentar en esta realización usando un material relativamente transparente a la radiación para los materiales de refuerzo y los relativamente absorbentes de radiación para el sustrato de banda y/o la placa. Por ejemplo, al exponer una placa relativamente absorbente de la radiación, posicionada sobre el sustrato de banda termoplástico, a radiación térmica de infrarrojo cercano (NIR), la placa se calienta, con lo que así puede calentar el sustrato de banda para ablandar suficientemente el sustrato de banda de tal manera que la placa pueda embutirse en el mismo. También pueden utilizarse otras longitudes de onda de radiación electromagnética con otros materiales de esta realización. Por ejemplo, la energía ultravioleta (UV) o la energía de microondas pueden ser formas adecuadas de energía para algunas aplicaciones. En general, la forma de radiación electromagnética usada vendrá dictada por los espectros de absorción de las propiedades absorbentes o no absorbentes de los materiales componentes de los dispositivos con respecto a una forma particular de radiación electromagnética.

Una línea de sistemas NIR de alta energía comercialmente disponibles es suministrada por AdPhos Ag, Bruckmühl-Heufeld, Alemania (AdPhos). Los sistemas de calentamiento infrarrojo de AdPhos proporcionan sistemas de calentamiento de alta energía duraderos; y una lámpara AdPhos actúa casi como un emisor de cuerpo negro funcionando a 3200K. Otros emisores y calentadores radiantes que proporcionan energía térmica adecuada están disponibles en diversos fabricantes importantes de lámparas (incluyendo Philips, Ushio, General Electric, Silvana y

Glenro). Por ejemplo, estos fabricantes producen emisores para reactores epitaxiales usados por la industria de semiconductores. Todos estos emisores tienen temperaturas por encima de 3000K. Más ampliamente, sin embargo, fuentes NIR adecuadas pueden ser emisores con temperaturas por encima de aproximadamente 2000K. Una ventaja del sistema de AdPhos es que mientras que la mayor parte de tales lámparas de alta energía NIR tienen una vida tasada de menos de 2000 horas, los sistemas NIR de AdPhos están diseñados para tener de 4000 a 5000 horas de vida útil. Las emisiones de energía radiante de las lámparas NIR de AdPhos tienen la mayor parte de su energía en un rango de longitud de onda de entra 0,4 y 2 micras, entregando la energía pico a alrededor de 800 nm, la cual se cambia a una longitud de onda inferior en comparación con las fuentes infrarrojas de onda corta y onda media, proporcionando una salida mayor de energía y otras ventajas en la absorción de radiación electromagnética.

Volviendo ahora a las figuras 11-18, se describirá otro método de fabricación de dispositivos eléctricos en el curso de la presente invención. Se apreciará que, aunque se muestra y se describe en el contexto de un solo dispositivo en las figuras 11-16, el método es muy adecuado para uso en operaciones de carrete a carrete para el procesamiento de bandas de material de sustrato con el fin de formar dispositivos múltiples. En las figuras 11-14, un sustrato 304 incluye una capa 308 de sustrato de antena opcional que tiene sobre ellas un elemento 312 de antena formado o depositado por cualquier proceso adecuado (por ejemplo, modelado, grabado, impresión de tinta conductora, etc.). El elemento 312 de antena ejemplar mostrado es una estructura de dipolo sencilla que tiene unas porciones 314 y 316 de polo primera y segunda en lados opuestos de una región 318 de fijación de placa. Pueden disponerse otras estructuras de antena incluyendo una sola antena continua. En las realizaciones ilustradas, el elemento 312 de antena es discontinuo entre las dos porciones 314 y 316 de polo en la región 312 de fijación de placa, bifurcada de modo convencional para definir un par de conectores de antena fijos a los cuales puede fijarse una placa, o alternativamente un interponedor. En la realización de la figura 11, el elemento 312 de antena incluye una porción 322 de cuello estrechada en la región 318 de fijación de placa, según se muestra, en la que el cuello 322 tiene una anchura igual, o más pequeña que la anchura de una placa que se va a fijar al mismo. En la realización de la figura 12, la configuración de conductor estrechada se dispone en el interponedor 323, y las porciones 314 y 316 de conector de antena se terminan en unos extremos más amplios y romos que están más separados que en la realización de la figura 11.

Es importante que el sustrato 304 incluya además una capa 326 de sustrato compresible a la cual se fija el sustrato 308 de antena. La capa 326 de sustrato compresible puede elegirse de entre una amplia variedad de materiales. Un material de esta clase es una material de espuma polímera de celdas abiertas. La densidad, grosor, flexibilidad, etc. de tal espuma pueden controlarse fácilmente en su proceso para lograr así propiedades de espuma adecuadas, tales como flexibilidad en al menos dos ejes, una alta relación de compresibilidad con la aplicación de niveles razonables de presión y/o calor, y poca o ninguna recuperación elástica o resilencia, tras la compresión. También pueden usarse materiales aplastables. Un material aplastable se considera en general que se deforma permanentemente tras la aplicación de suficiente presión. Un material aplastable, una vez aplastado, permanece generalmente aplastado y, por tanto, no tiende a volver a su forma original (por ejemplo, a diferencia de algunos materiales comprimibles, tal como la espuma elástica, que tenderán a volver a su forma original tras la retirada de la presión). Puede usarse una amplia variedad de otros materiales para la capa 326 de sustrato compresible, incluyendo ciertos tipos de papel pulpado que contiene bolsas entrampadas de aire.

Como apreciarán los versados en la técnica, dependiendo de la aplicación particular en cada momento, pueden existir ventajas de rendimiento adicionales con el uso de un material del sustrato compresible 326 que comprende un polímero espumado, tal como un material de poliuretano o polietileno espumado de celdas abiertas. Las celdas de tales estructuras están llenas de aire, que tiene una constante dieléctrica más baja que los materiales de sustrato polímeros sólidos típicos de grosor equivalente, y esta propiedad puede usarse ventajosamente al proporcionar dispositivos de RFID que tengan antenas autocompensadoras, por ejemplo como se discute en la Solicitud de Patente Norteamericana Número de Serie 10/700.596, presentada en 2003, publicada como US 2006/054710, y en los documentos EP 1620922, EP 1614192 y US 2005/092845.

Las figuras 13-16 ilustran dos realizaciones ejemplares alternativas de un método de formación de una incrustación de RFID usando los sustratos compresibles ejemplares 304 de las figuras 11 y 12, en la que una placa 364 de transpondedor de RFID se usa como herramienta formadora, con lo que esta es presionada dentro del sustrato 304 para formar un rebajo 344 y, por tanto, también se la embute en el rebajo formado 344 al mismo tiempo. Este proceso elimina la necesidad de pasos adicionales de formar por separado un rebajo 344 en el sustrato 304 y posteriormente alinear con precisión la placa 364 con el rebajo antes de su inserción en él, y da como resultado un dispositivo de RFID que tiene unas superficies superior e inferior sustancialmente planas. La operación de embutición se puede realizar por un dispositivo termocompresor tal como el dispositivo termocompresor NIR descrito anteriormente, o en un caso adecuado, por una sencilla operación de calandrado, según se ilustra en las figuras 17 y 18, respectivamente, y según se describe adicionalmente en el presente documento. Una ventaja de ambas realizaciones es que la placa 364, o el interponedor 323, según se ilustra respectivamente en las figuras 13-14 y 15-16, puede acoplarse eléctricamente con los conectores de la antena antes, durante y después del proceso de embutición.

Se apreciará que, en ambas realizaciones, el rebajo 344 puede formarse por la placa 364 mediante la aplicación a la misma de presión, calor, o presión y calor conjuntamente, tal como por un dispositivo termocompresor descrito anteriormente. Por tanto, puede aplicarse radiación electromagnética al sustrato para facilitar la formación del rebajo 344.

Las estructuras de incrustaciones resultantes de la operación de compresión o aplastamiento se ilustran en las figuras 14 y 16, respectivamente. Se apreciará que, en la realización de la microplaca volante de la figura 14, cada uno de los conectores de antena de cada lado del rebajo 344 incluye ahora en cada caso dos codos generalmente de 90º. En consecuencia, se apreciará que el material del elemento 312 de antena deberá mostrar una ductibilidad suficiente para permitir tal deformación sin agrietamiento o rotura. Según será evidente por la figura 16, el riesgo de agrietamiento o rotura de un conector de antena por tal deformación se reduce sustancialmente en la realización del interponedor.

En la figura 14, una placa 364, que puede ser una placa de transpondedor de RFID, se muestra montada en el rebajo 344 y acoplada eléctricamente con los conectores 348 y 352 de antena en una configuración de montaje de microplaca volante. El acoplamiento eléctrico de la placa 364 con los conectores 348 y 352 de antena puede efectuarse mediante uno o más de varios mecanismos convencionales. A modo de ejemplo, la placa 364 puede acoplarse con los conectores 348 y 352 de antena mediante soldadura con estaño convencional, o acoplamiento basado en adhesivo ICP, ACP o NCP convencional. A modo de ejemplo adicional, una operación (no ilustrada) de estacado (o engarce) puede emplearse para acoplar la placa 364 con los conectores 348 y 352 de antena, para lo cual una estructura conductora alargada apropiada, tal como una protuberancia (por ejemplo, una protuberancia de espárrago) de placa se forma sobre, o se fija a, unas almohadillas de conexión de placa respectivas y se fuerza dentro o incluso a través de los conectores 348 y 352 de antena antes o durante la instalación de placa de tal manera que sea capturada, o agarrada fuertemente, por el material 304 de sustrato comprimido (por ejemplo, polímero) situado por debajo de las porciones de antena respectivas 348 y 352. Un contacto de presión puramente mecánico, directo u óhmico también puede usarse para acoplar la placa 364 con las antenas 348 y 352 de antena, asumiendo que la calidad del contacto eléctrico pueda mantenerse durante la vida del dispositivo de RFID. Tal conexión mecánica puede efectuarse mediante presión entre la placa 364 y/o las conexiones y los conectores 348 y 352 de antena. Tal conexión tiene la ventaja de eliminar la necesidad de cualquiera de los anteriores procesos de acoplamiento, pero alternativamente puede necesitar la provisión de superficies de contacto no oxidantes (por ejemplo, un chapado de un metal noble) tanto en los contactos de la placa como en los conectores de la antena.

Se apreciará que el sustrato 308 de antena es opcional, pero puede resultar deseable en algunas aplicaciones. A modo de ejemplo, puede ser deseable, por motivos de fabricación, fabricar la estructura de antena separada del sustrato 304, y ensamblar posteriormente el sustrato 304 poniendo juntas la capa 308 de antena y la capa compresible 326 para formar así el sustrato 304 en un paso posterior. Además, el sustrato 306 de antena puede ser deseable en aplicaciones en las que la superficie del material de sustrato compresible no proporciona directamente una superficie ideal sobre la cual un elemento de antena puede formarse o depositarse de una manera práctica.

Deberá apreciarse que el sustrato 304 puede incluir otras capas además de las capas mostradas. Además, en algunas aplicaciones el sustrato 308 de antena puede omitirse y el elemento 312 de antena puede disponerse directamente sobre la superficie de la capa 326 de sustrato compresible. A modo de ejemplo, ciertos materiales espumados de celdas abiertas (por ejemplo, espuma de poliuretano termoconformable (“TPU”)) pueden confeccionarse en una forma de lámina que tenga una “piel” delgada no porosa formada en uno o ambos lados de la misma, y dependiendo de la compatibilidad del material y de los procesos particulares seleccionados para fabricar la antena, es posible formar la estructura de antena directamente sobre la superficie del sustraía compresible mismo, eliminando así la necesidad de un sustrato de antena independiente.

Aunque la realización ejemplar ilustrada incluye una disposición de antena de dipolo conectada a una placa con almohadillas dispuestas en lados opuestos de la misma, puede usarse también una amplia variedad de configuraciones de antena y/o almohadilla de placa según la invención.

Volviendo a las figuras 17 y 18, se muestra un dispositivo ejemplar para embutir las placas 364 en el sustrato 304. El dispositivo 369 incluye unos rodillos superior e inferior 370 y 372 entre los que pasan el sustrato 304 y la placa 364. Los rodillos superior e inferior 370 y 372 comprimen la placa 364 embutiéndola de esta manera dentro del sustrato compresible 304, según se muestra. Según se apreciará, puede aplicarse calor al sustrato 304, bien directa o indirectamente, para ablandar el sustrato 304, según se desee.

Volviendo a las figuras 19-26, e inicialmente a las figuras 19 y 20, se describirán realizaciones adicionales según la invención. En estas realizaciones, se apreciará que la placa 364 puede embutirse en el sustrato 304 según los métodos previamente descritos. Como tal, la placa 364 puede embutirse en un sustrato termoplástico usando termocompresión, o puede insertarse la placa 364 dentro de un rebajo de placa formado por compresión, aplastamiento o perforación del sustrato 304 de banda, por ejemplo.

En la realización representada en las figuras 19 y 20, un dispositivo de RFID se forma embutiendo la placa 364 que tiene unas almohadillas de unión 384 (por ejemplo, unas protuberancias) en un sustrato 304 y acoplando la placa con las porciones 348 y 352 de elementos de antena en una superficie superior de una capa planarizadora 380. En la realización, ilustrada las almohadillas de unión 384 están orientadas hacia fuera del sustrato 304 (por ejemplo, una orientación de protuberancias hacia arriba). En general, puede aplicarse termocompresión al conjunto (el sustrato 304, la placa 364 y la capa planarizadora 380) para embutir la placa 364 y acoplar eléctricamente la placa 364 con las porciones 348 y 352 de elementos de antena.

Con referencia a la figura 20, se apreciará que cuando se aplica termocompresión, la placa 364 se embute en el sustrato 304, con las almohadillas de unión 384 de la placa 364 penetrando en la capa planarizadora 380 para hacer contacto con las porciones 348 y 352 de elementos de antena sobre la superficie superior de la capa planarizadora 380. Se apreciará que los dispositivos termocompresores descritos en el presente documento pueden usarse para aplicar termocompresión con el fin de ensamblar el dispositivo, según se desee. De este modo, la capa planarizadora 380 puede ser un material termoplástico que se ablande cuando sea calentado para facilitar la penetración por las almohadillas de unión. Las almohadillas de unión pueden conformarse para mejorar la penetración de la capa planarizadora 380. Por ejemplo, las almohadillas de unión pueden alargarse y/o tener extremos puntiagudos (por ejemplo, protuberancias de espárrago) para ayudar a la penetración de la capa planarizadora 380.

La capa planarizadora 380 proporciona generalmente una superficie superior plana del dispositivo eléctrico resultante y también puede servir para proteger la placa 364 al sellar o cubrir de otra manera la superficie de la placa 364. La capa planarizadora 380 también aísla eléctricamente la placa 364 de las porciones 348 y 352 de elementos de tena en la capa planarizadora 380.

Como alternativa a la embutición de la placa 364 en el sustrato 304, puede formarse un rebajo en el sustrato 304 dentro del cual puede insertarse la placa 364 y acoplarse subsiguientemente con las porciones 348 y 352 de elementos de antena durante la laminación con la capa planarizadora 380.

Volviendo a las figuras 21 y 22, se describirá otra realización. En esta realización, se proporciona una placa 364 embutida en un sustrato 304 de banda. La placa 364 puede embutirse en el sustrato 304 de cualquier manera adecuada, incluyendo los métodos expuestos previamente. Se prevé una banda 388 que tiene porciones 348 y 352 de elementos de antena formados sobre ella. La banda 388 es laminada con el sustrato 304 de tal manera que la placa 364 se conecta a las porciones 348 y 352 de elementos de antena formadas sobre la misma. Se usa un adhesivo 392 para asegurar la banda 388 al sustrato 304. El adhesivo 392 puede servir como una capa planarizadora para formar un perfil plano del dispositivo de RFID resultante. La capa planarizadora puede aislar los circuitos de la placa 364 y puede reducir la tolerancia de registro requerida entre las protuberancias o contactos 384 de placa y las porciones 348 y 352 de elementos de antena.

En las figuras 23 y 24, se muestra aún otra realización en el curso de la presente invención, en la que se forma un dispositivo de RFID embutiendo una placa 364 dentro del sustrato 304 y acoplando la placa con las porciones 348 y 352 de elementos de antena en una banda 388. La banda 388 puede ser de cualquier material adecuado tal como PET. En la realización ilustrada, las almohadillas de unión 384 están orientadas hacia fuera del sustrato 304 (es decir, una orientación de protuberancias hacia arriba). Una capa planarizadora termoplástica 380 se dispone entre la placa 364 y la banda 388. La capa planarizadora 380 puede ser una película de uretano, tal como Label Film T-161 disponible en Worthen Coated Fabrics de Grand Rapids, MI. La película puede tener cualquier grosor adecuado, por ejemplo, 1,5 milésimas de pulgada (4 micras) de grosor nominal. La película, cuando es golpeada actúa, como un adhesivo fundido en caliente para asegurar la banda 388 a la placa 364 y/o al sustrato 304. En algunos casos, la capa planarizadora 380 puede calentarse previamente hasta que esté pegajosa para recibir y sujetar una placa durante el ensamblaje del dispositivo. En general, la termocompresión, según los métodos previamente descritos, puede aplicarse al conjunto que comprende el sustrato 304, la placa 364 y la capa planarizadora 380 para embutir la placa 364 y acoplar eléctricamente la placa 364 con las porciones 348 y 352 de elementos de antena. Se apreciará que las almohadillas de unión 384 penetran en la capa planarizadora 380 y forman así una conexión eléctrica con las porciones respectivas 348 y 352 de elementos de antena.

Volviendo a las figuras 25 y 26, se describirá aún otra realización. En esta realización, se embute una placa 364 dentro de un sustrato 304 de banda que tiene porciones 348 y 352 de elementos de antena formados sobre el mismo. La placa 364 puede embutirse en el sustrato 304 según los métodos previamente expuestos. Una vez embutida en el sustrato 304, la placa 364 puede acoplarse con las porciones 348 y 352 de elementos de antena imprimiendo tinta conductora o formando de otra manera conectores conductores 398 para conectar la placa 364 y las respectivas porciones 348 y 352 de elementos de antena.

Los métodos y dispositivos según se describen en el presente documento permiten el ensamblaje de dispositivos con una precisión menos rigurosa en la alineación de los componentes debido a la planarización y conexión simultáneas de la placa. Además, debido a que las almohadillas de unión 384 se conectan directamente a los

elementos eléctricos cuando se comprimen los conjuntos, la invención elimina la necesidad de taladrar o formar de otra manera vías para depositar material conductor con el fin de conectar las placas a elementos eléctricos tales como antenas.

Ciertas modificaciones y mejoras se les ocurrirán a los expertos en la materia tras la lectura de la descripción anterior. Deberá entenderse que la presente invención no se limita a ningún tipo particular de dispositivo eléctrico. La presente invención pretende cubrir lo que se reivindica y cualesquiera equivalencias. Las realizaciones específicas usadas en este documento son para ayudar a la compresión de la presente invención, y no deberán usarse para limitar el alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un dispositivo eléctrico, que comprende:

proporcionar una banda (32) de sustrato con una superficie superior y una superficie de fondo, que tiene un refuerzo (36) sobre la superficie de fondo y unas estructuras (52) de antena sobre la superficie superior;
colocar una placa o chip (20) que tiene una superficie superior (24), una superficie (25) de fondo y unas superficies laterales (26a, 26b, 26c, 26d) sobre la superficie superior de la banda (32) de sustrato;
calentar una región de la banda (32) de sustrato con radiación infrarroja o de infrarrojo cercano;
embutir la placa (20) dentro de la banda (32) de sustrato mientras la banda (32) de sustrato está a una temperatura elevada de tal modo que dicha región de la banda (32) de sustrato se deforme y que la superficie superior (24) de la placa (20) esté nivelada con la superficie superior de la banda (32) de sustrato y que las superficies laterales (26a, 26b, 26c, 26d) estén encajonadas dentro de la banda (32) de sustrato; y
acoplar la placa (20) a una de las estructuras (52) de antena de la banda (32) de sustrato.

2. El método según la reivindicación 1, que además comprende el paso de retirar el refuerzo (36) de la superficie de fondo de la banda (32) de sustrato.

3. El método según la reivindicación 1, en el que la colocación de una placa (20) sobre un banda (32) de sustrato incluye colocar una placa (20) que es parte de un interponedor de RFID que incluye conectores de interponedor montados en la placa (20).

4. El método según la reivindicación 1, en el que la colocación de una placa (20) sobre un sustrato (32) incluye colocar la placa (20) en una banda (32) de sustrato que es un material termoplástico.

5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la embutición incluye presionar la placa (20) dentro de la banda (32) de sustrato con una prensa.

6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que además comprende laminar una capa planarizadora en al menos una de la placa (20) o la banda (32) de sustrato, incluyendo la capa planarizadora un componente eléctrico.

7. El método según la reivindicación 6, en el que la laminación incluye presionar conjuntamente la capa planarizadora y al menos una de la placa (20) o la banda (32) de sustrato; y en el que el prensado efectúa la embutición y el acoplamiento.

8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la banda (32) de sustrato es aplastable.

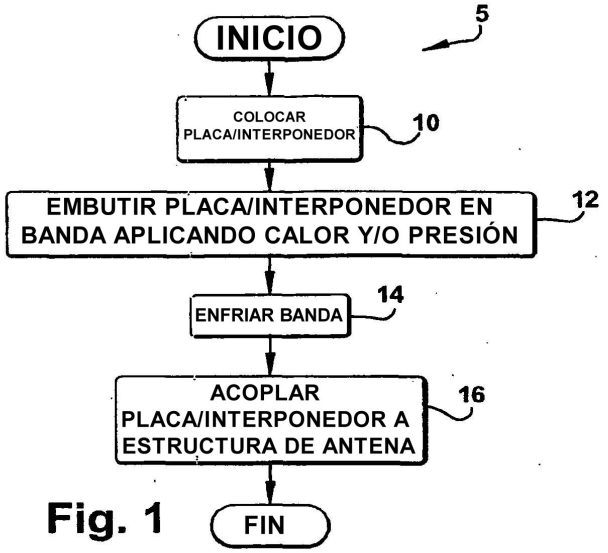



Fig. 1

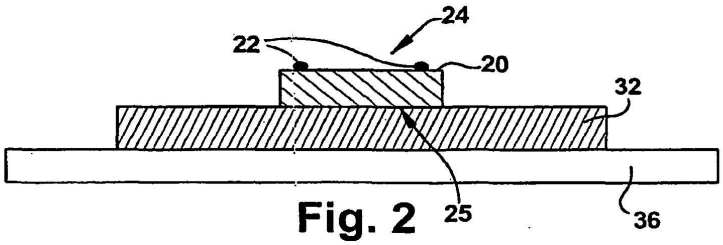



Fig. 2

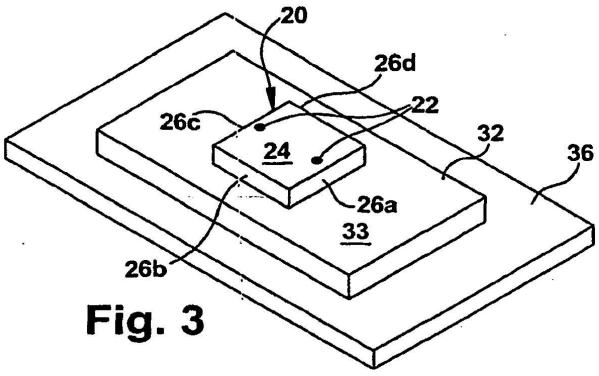



Fig. 3

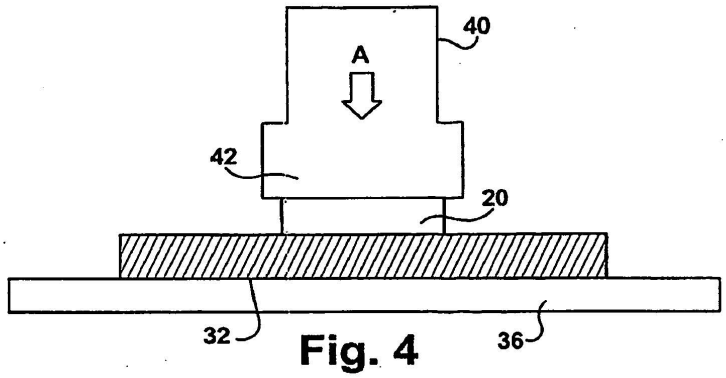



Fig. 4

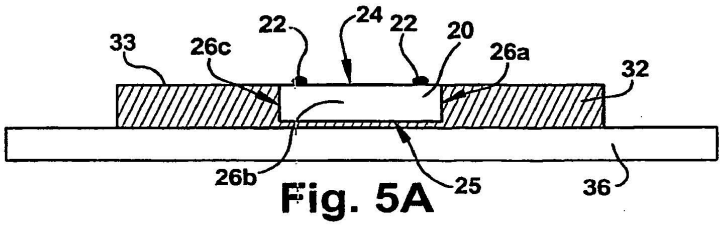



Fig. 5A

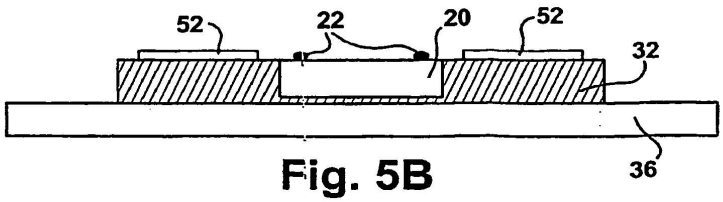



Fig. 5B

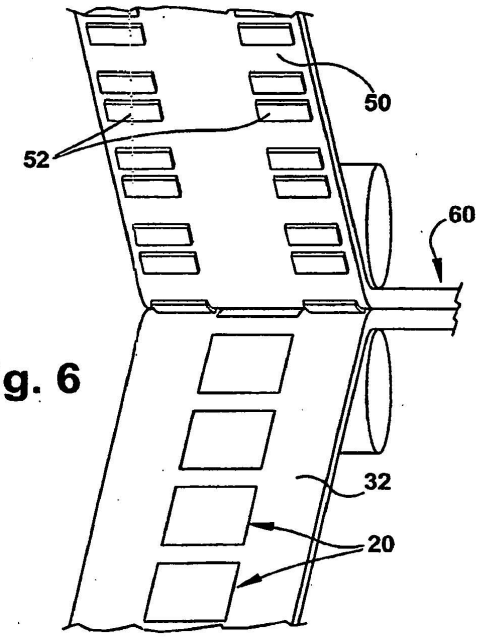



Fig. 6

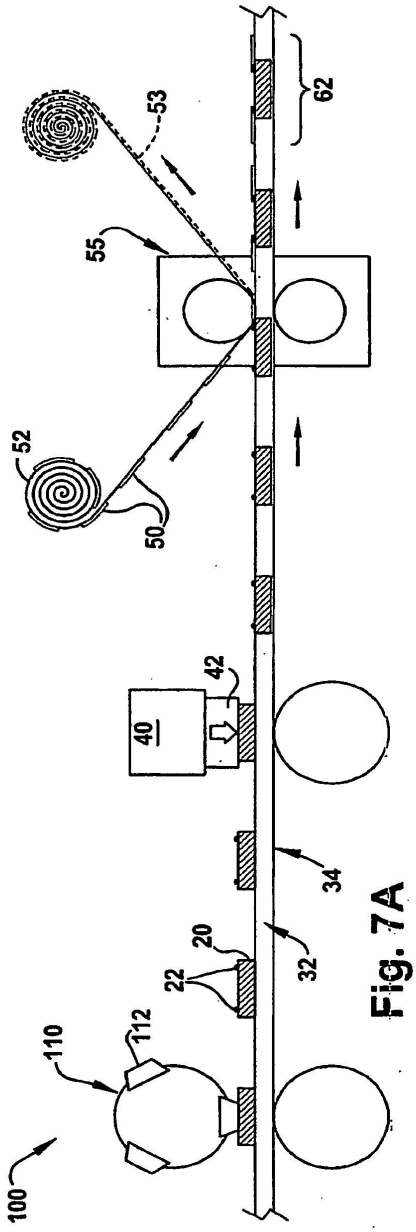

100
110
112
22
20
32
34
40
42
50
52
53
55
62

Fig. 7A

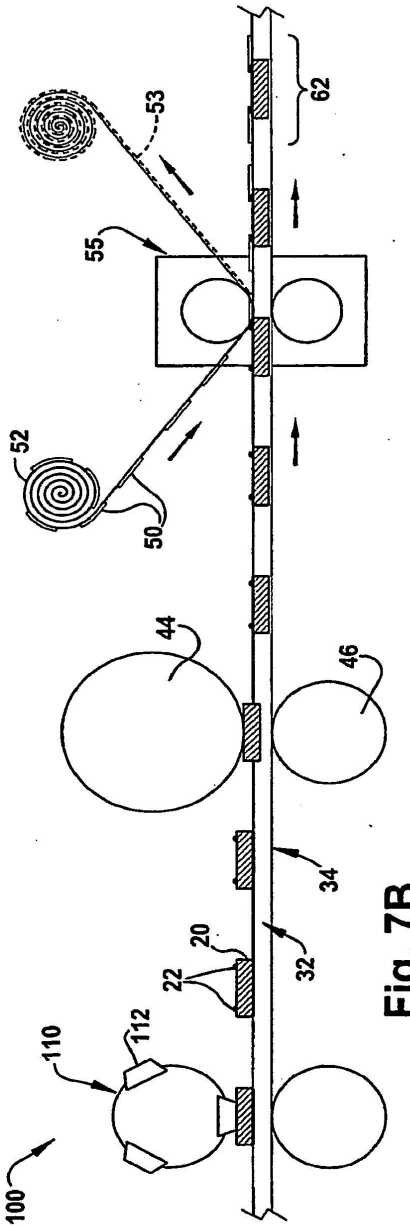

100
110
112
22
20
32
34
44
46
50
52
53
55
62

Fig. 7B

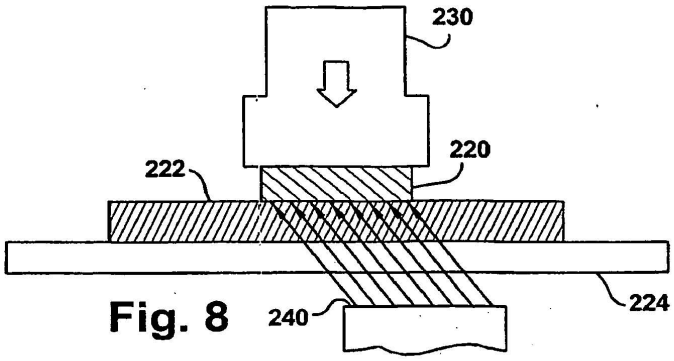



Fig. 8

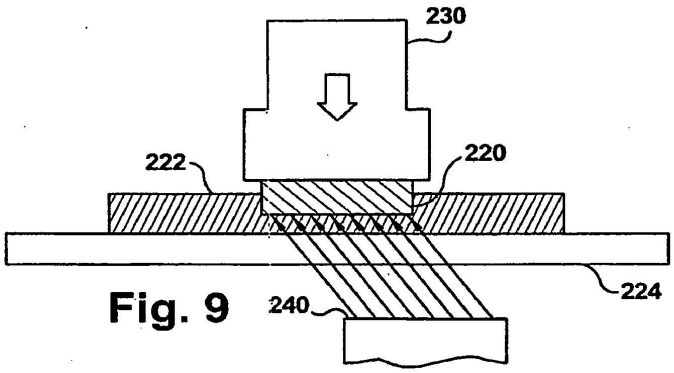



Fig. 9

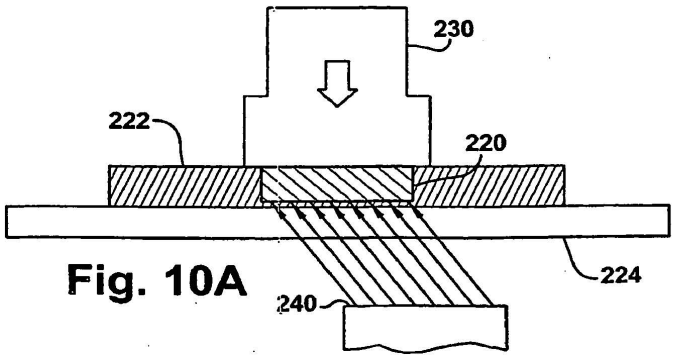



Fig. 10A

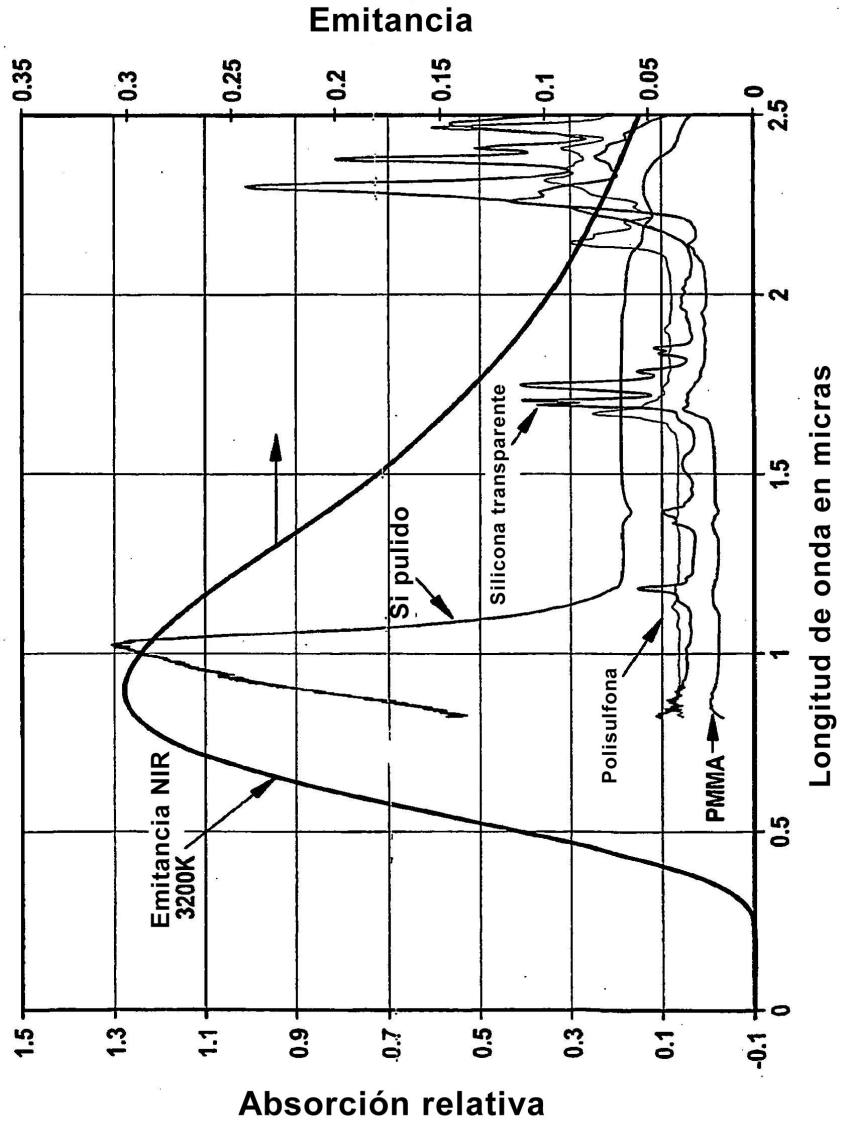

Emitancia
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Longitud de onda en micras
1.5
1.3
1.1
0.9
0.7
0.5
0.3
0.1
-0.1
Absorción relativa
Emitancia NIR
3200K
Si pulido
Silicona transparente
Polisulfona
PMMA

Fig.10B

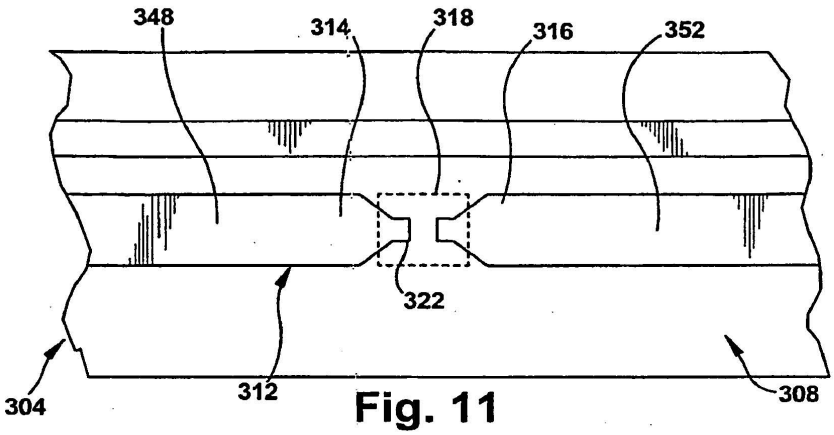

348
314
318
316
352
322
304
312
308

Fig. 11

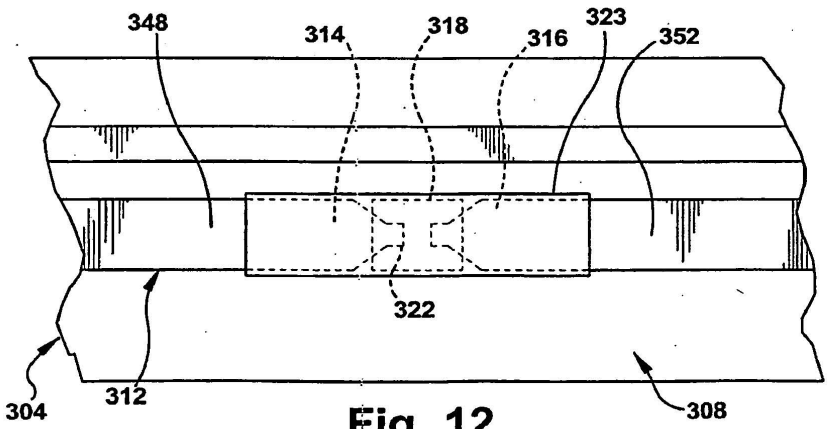

348
314
318
316
323
352
322
304
312
308

Fig. 12

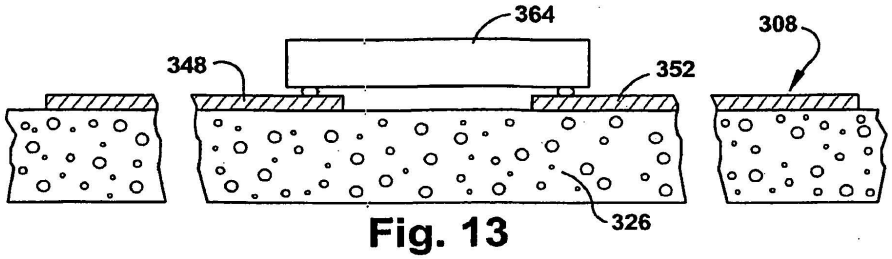



Fig. 13

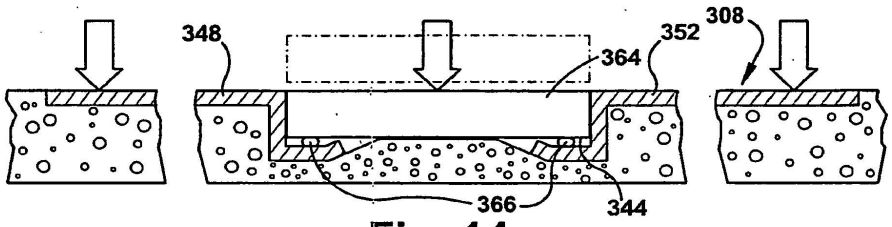



Fig. 14

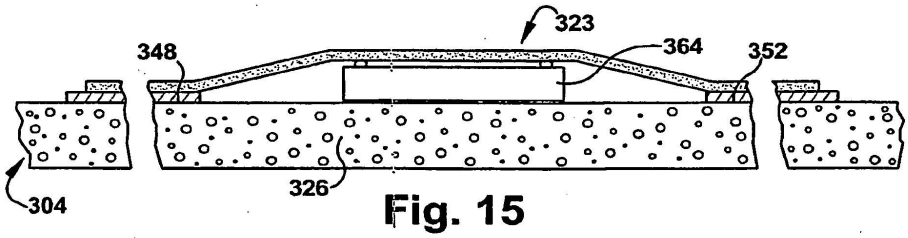



Fig. 15

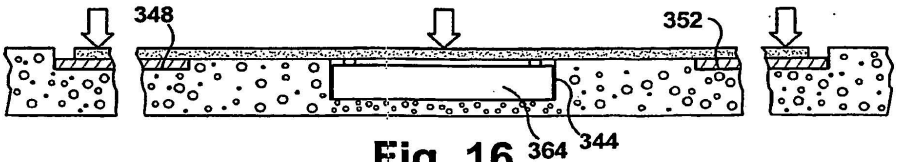



Fig. 16

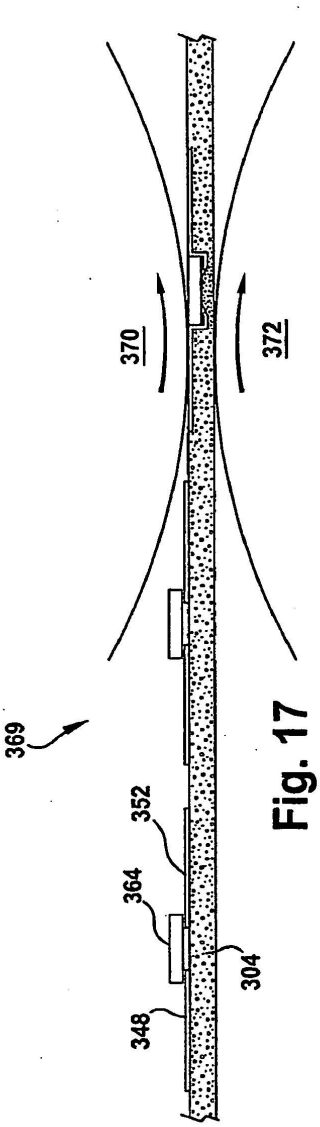



Fig. 17

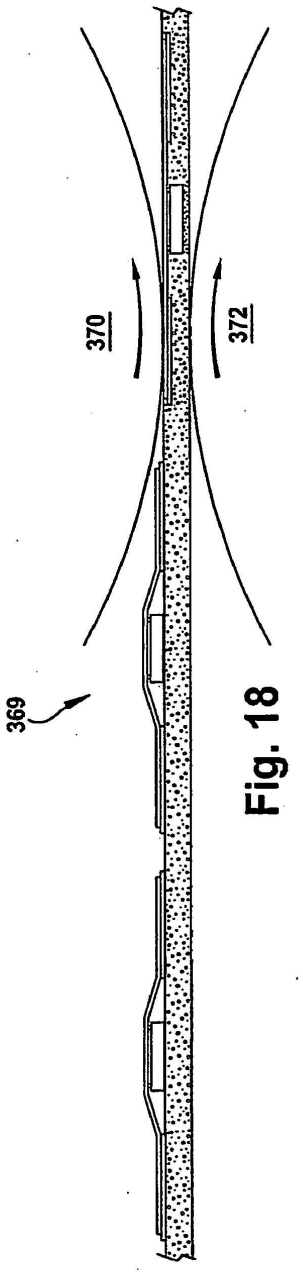



Fig. 18

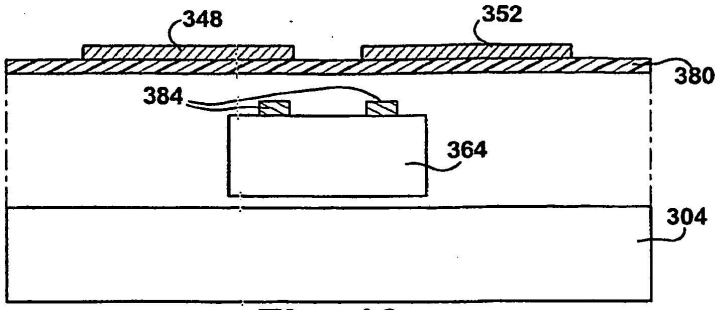



Fig. 19

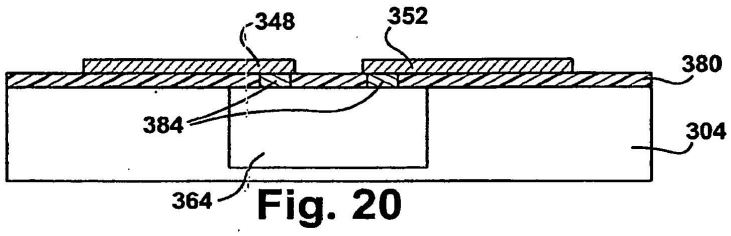



Fig. 20

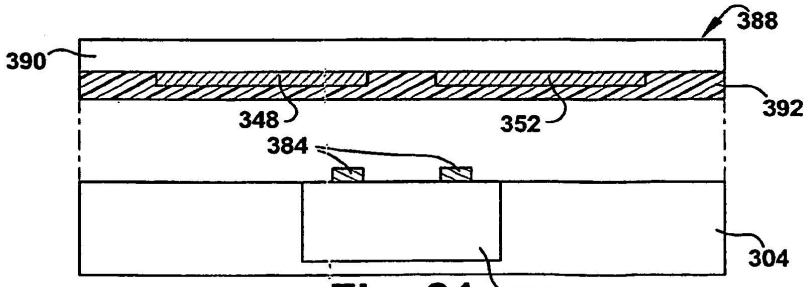



Fig. 21

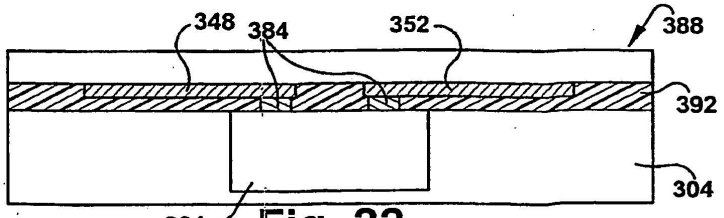



Fig. 22

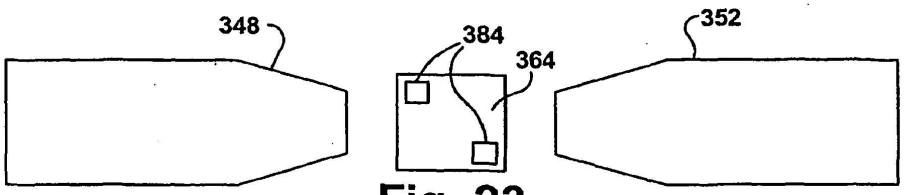



Fig. 23

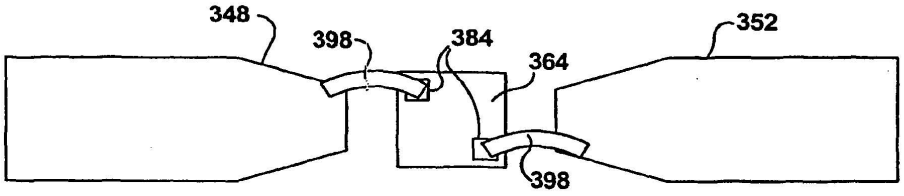



Fig. 24

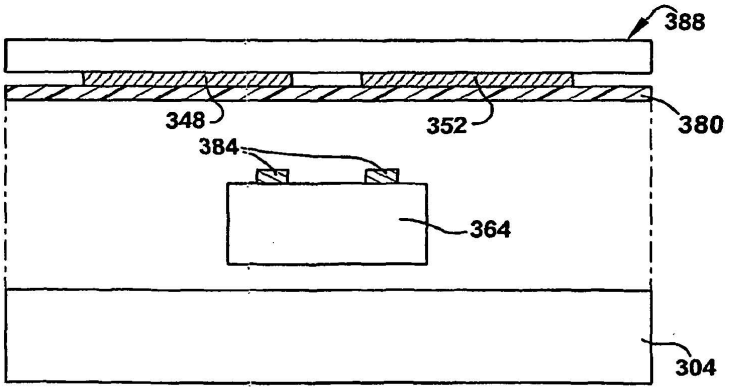



Fig. 25

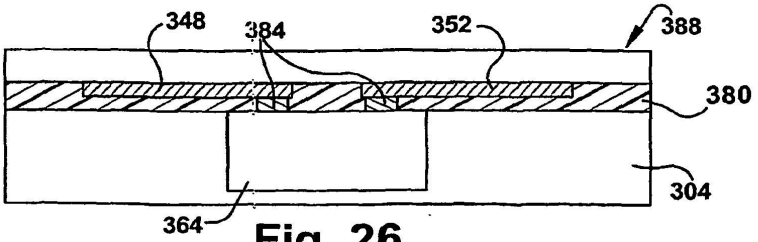



Fig. 26