

DISPOSITIVOS DE TRANSACCIÓN METÁLICOS DE INTERFAZ DOBLE Y PROCESOS PARA SU FABRICACIÓN

5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**

La presente solicitud reivindica la prioridad a la solicitud provisional de los Estados Unidos con No. de Serie 62/971,439, presentada el 7 de febrero de 2020, titulada DISPOSITIVOS DE TRANSACCIÓN METÁLICOS DE INTERFAZ DOBLE Y PROCEDIMIENTOS PARA SU FABRICACIÓN, incorporada a la presente por referencia.

10 **CAMPO DE LA INVENCION**

Esta invención se refiere a tarjetas de transacción con componentes electrónicos, así como a métodos para su producción.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Las tarjetas de transacciones de metal presentan desafíos únicos cuando se incluyen componentes electrónicos, como módulos de pago de acoplamiento inductivo, componentes electrónicos de radiofrecuencia RF e incrustaciones electrónicas independientes. Para alojar estos componentes, el metal se produce en varias geometrías, luego se coloca el componente en la cavidad y se deja expuesto u oculto bajo una lámina de plástico impresa u otro elemento decorativo. El elemento decorativo se puede fijar a la tarjeta a través de una variedad de procesos, como la laminación en placas, mediante un adhesivo de contacto, adhesivos curables, o "ajuste por presión" o mediante cualquier método de unión conocido. A menudo se requiere de blindaje de RF en la cavidad, lo que complica aún más el ensamblaje de la tarjeta si al mismo tiempo se busca conservar la estética que se desee para la tarjeta.

25 Algunas de estas geometrías de producción requeridas eliminan cantidades significativas del metal o dejan hendiduras u orificios a través de la tarjeta que afectan su resistencia y son indeseables estéticamente. Con el fin de obtener una tarjeta más resistente y proporcionar una superficie deseable, se han desarrollado técnicas de sobremoldeo e inserción de moldeo para encapsular las incrustaciones electrónicas dentro de las tarjetas y que las geometrías de la tarjeta sean más resistentes. Además, este desarrollo ha mejorado el rendimiento de RF sobre los diseños existentes, ya que permite eliminar más metal en las zonas fundamentales de transmisión y recepción de RF, a la vez que se mantiene la rigidez estructural y la apariencia deseada.

30 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

Los aspectos de la invención se refieren a las tarjetas de transacción, a los procesos de fabricación de tarjetas de transacción, así como a los dispositivos de transacción producidos de conformidad con los métodos divulgados.

35 Un aspecto de la invención corresponde a un dispositivo de transacción que comprende una capa metálica que tiene una superficie frontal, una superficie posterior, una periferia, una abertura en la capa metálica, un módulo de chip transpondedor dispuesto en la abertura y una antena de amplificación en

comunicación con el módulo de chip transpondedor. El módulo de chip transpondedor y la antena de amplificación son componentes en un circuito configurado para la comunicación inalámbrica con un lector de dispositivos. La capa metálica tiene una o más discontinuidades, y cada discontinuidad comprende un espacio en la capa metálica que se extiende desde la superficie frontal hasta la superficie posterior, que incluye al menos una discontinuidad que define una trayectoria desde la periferia del dispositivo hasta la abertura. La capa metálica no es parte de la antena de amplificación ni es un componente en el circuito.

Un material de moldeo no metálico puede disponerse en dicha una o más discontinuidades en la capa metálica. En algunas modalidades, se dispone una capa de refuerzo sobre la capa metálica, como una capa que comprende fibra de vidrio, particularmente un material laminado epóxico reforzado con fibra. Una capa del material laminado epóxico reforzado con fibra puede disponerse al menos en la superficie frontal o la superficie posterior de la capa metálica y, en algunas modalidades, la capa metálica se intercala entre capas opuestas de material laminado epóxico reforzado con fibra.

Otro aspecto de la invención comprende un dispositivo de transacción que tiene una capa metálica con una o más discontinuidades en la capa metálica, una primera capa de refuerzo no metálica dispuesta sobre la superficie frontal de la capa metálica, una antena de amplificación dispuesta sobre la superficie posterior de la capa metálica, una segunda capa de refuerzo no metálica dispuesta sobre la superficie posterior de la capa metálica, una abertura en la capa metálica que se extiende a través de la primera capa de refuerzo no metálica y un módulo de chip transpondedor dispuesto en la abertura. La antena de amplificación comprende una pluralidad de metalizaciones eléctricamente aisladas de la capa metálica. El módulo de chip transpondedor está en comunicación con la antena de amplificación y, junto con la antena de amplificación, comprende un circuito de pago configurado para la comunicación inalámbrica con un lector de dispositivos. La primera capa no metálica y la segunda capa no metálica pueden comprender un material laminado epóxico reforzado con fibra.

Una o más discontinuidades pueden incluir una discontinuidad que se extiende desde la periferia hasta la abertura en la capa metálica, una discontinuidad que se extiende desde la periferia hasta un punto final que no se encuentra en la abertura en la capa metálica, una discontinuidad que se extiende desde una intersección con la primera discontinuidad hasta un punto final que no se encuentra ni en la abertura ni en la periferia, o una combinación de las opciones anteriores. La capa metálica puede aislarse eléctricamente del circuito de pago o de parte del circuito de pago.

Otro aspecto de la invención comprende un dispositivo de transacción que comprende una capa metálica, una abertura en la capa metálica que se extiende desde la capa metálica hasta una superficie superior del dispositivo, una o más discontinuidades en la capa metálica, una capa posterior de material laminado epóxico reforzado con fibra dispuesta sobre la superficie posterior de la capa metálica, una antena de amplificación y un módulo de chip transpondedor dispuesto en la abertura y que tiene una superficie superior accesible desde la superficie superior del dispositivo. Al menos una discontinuidad se extiende entre

la periferia de la capa metálica y la abertura en la capa metálica. El módulo de chip transpondedor está en comunicación con la antena de amplificación y, junto con ella, conforman un circuito de pago configurado para la comunicación inalámbrica con un lector de dispositivos. La antena de amplificación puede comprender la capa metálica, o puede estar separada de la capa metálica, con la capa metálica eléctricamente aislada del circuito de pago. Una capa frontal de material laminado epóxico reforzado con fibra puede disponerse sobre el lado frontal de la capa metálica. Cada una de las capas frontales y/o posteriores de material laminado epóxico reforzado con fibra puede unirse directamente a la capa metálica mediante el epoxi de las respectivas capas de material laminado epóxico reforzado con fibra. En modalidades en las que la capa metálica se aísla eléctricamente del circuito de pago y la antena de amplificación, la antena de amplificación puede comprender una pluralidad de metalizaciones sobre la capa posterior de material laminado epóxico reforzado con fibra o estar incorporadas en ella. En modalidades en las que la pluralidad de metalizaciones está dispuesta sobre una superficie posterior de la capa posterior de material laminado epóxico reforzado con fibra, el dispositivo puede incluir una capa no metálica dispuesta sobre la pluralidad de metalizaciones. Las respectivas capas de material laminado epóxico reforzado con fibra pueden disponerse sobre el lado frontal y el lado posterior de la capa metálica como capas separadas unidas a la capa metálica mediante un adhesivo que no sea el material epoxi de las respectivas capas de material laminado epóxico reforzado con fibra. En algunas modalidades, al menos una parte de la pluralidad de metalizaciones de la antena de amplificación puede disponerse en una superficie frontal de la capa posterior de material laminado epóxico reforzado con fibra y separarse de la capa metálica mediante una capa no metálica dispuesta entre la capa de material laminado epóxico reforzado con fibra y la capa metálica.

Otros aspectos de la invención comprenden procesos para fabricar dispositivos de transacción, como se describe en la presente divulgación. Uno de dichos procesos comprende proporcionar una capa metálica, formar una o más discontinuidades en la capa metálica, colocar una antena de amplificación sobre la superficie posterior de la capa metálica, colocar una primera capa de fibra de vidrio sobre la superficie frontal de la capa metálica, colocar una segunda capa de fibra de vidrio sobre la superficie posterior de la capa metálica, formar una abertura en la capa metálica que se extiende a través de la primera capa de fibra de vidrio hasta una superficie superior del dispositivo y colocar un módulo de chip transpondedor en la abertura. La abertura en la capa metálica se puede crear en la misma etapa que las discontinuidades en la capa metálica.

El proceso puede incluir colocar la capa de la antena de amplificación sobre la superficie posterior de la capa metálica con metalizaciones de la antena de amplificación eléctricamente aislada de la capa metálica, y configurar el dispositivo con la capa metálica no incluida en el circuito de pago. La etapa que consiste en colocar la antena de amplificación sobre la superficie posterior de la capa metálica puede comprender formar la pluralidad de metalizaciones sobre o incrustadas en la segunda capa de fibra de vidrio y, opcionalmente, colocar una capa no metálica adicional sobre las metalizaciones.

En una modalidad del proceso, las etapas que consisten en colocar la primera y segunda capas de fibra de vidrio sobre las superficies frontal y posterior de la capa metálica comprenden fundir la primera y segunda capas de fibra de vidrio con epoxi para formar una primera y una segunda capas de material laminado epóxico reforzado con fibra unidas directamente a la capa metálica.

5 En otra modalidad del proceso, las etapas que consisten en colocar la primera y segunda capas de fibra de vidrio sobre las superficies frontal y posterior de la capa metálica comprenden unir una primera capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra a la superficie frontal de la capa metálica con una primera capa adhesiva y unir una segunda capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra a la superficie posterior de la capa metálica con una segunda capa adhesiva. En una
10 modalidad que incluye formar la antena de amplificación sobre la superficie posterior de la capa metálica, la pluralidad de metalizaciones se puede formar o incrustar en la segunda capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra. Uno de dichos procesos incluye colocar una capa metálica sobre la segunda capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra y eliminar por grabado una porción de la capa metálica para dejar las metalizaciones. En un proceso que incluye formar una pluralidad de metalizaciones
15 en una superficie interior de la segunda capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra orientada hacia la capa metálica, la segunda capa adhesiva puede incluir una capa de sustrato no metálica. En un proceso que incluye formar la pluralidad de metalizaciones en una superficie exterior de la segunda capa curada de material laminado epóxico reforzado con fibra orientada en dirección opuesta a la capa metálica, el proceso puede incluir colocar una capa no metálica sobre la superficie exterior del segundo
20 material laminado epóxico curado reforzado con fibra y las múltiples metalizaciones dispuestas sobre ella.

En otro aspecto de la invención, un proceso para fabricar un dispositivo de transacción comprende proporcionar un laminado prefabricado que comprende una capa metálica, una primera capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra unida a la superficie frontal de la capa metálica y una
25 segunda capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra unida a la superficie posterior de la capa metálica. Se forman una o más discontinuidades en la capa metálica del laminado prefabricado, y cada discontinuidad comprende un espacio en la capa metálica que se extiende desde la superficie frontal hasta la superficie posterior, que incluye al menos una discontinuidad que se extiende hasta la periferia de la capa metálica. Cada una o más discontinuidades también se extiende a través de al menos: la primera capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra o la segunda capa curada de laminado epóxico reforzado
30 con fibra. Una antena de amplificación se dispone sobre una superficie externa: de la primera capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra curada o de la segunda capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra. Se forma una abertura en la capa metálica que se extiende a través de la primera capa de fibra de vidrio hasta una superficie superior del dispositivo y se dispone un módulo de chip transpondedor en la abertura. La antena de amplificación se puede crear formando una pluralidad de metalizaciones en la
35 superficie externa o incrustada dentro: de la primera capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra o de la segunda capa curada de laminado epóxico reforzado con fibra. El proceso puede incluir además

disponer una capa no metálica sobre la superficie exterior del respectivo material laminado epóxico curado reforzado con fibra y la pluralidad de metalizaciones dispuestas sobre el mismo. Cabe señalar que, tanto la descripción general anterior de la invención como la siguiente descripción detallada son ilustrativas, pero no limitan la invención.

5 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La invención se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada, cuando se lee acompañada por las Figuras adjuntas, cuyos elementos correspondientes tienen los mismos números de referencia. Cuando una pluralidad de elementos similares está presente, puede asignarse un número de referencia único a la pluralidad de elementos similares con una designación en letra minúscula haciendo referencia a elementos específicos. Al referirse a los elementos de manera colectiva o a uno o más elementos no específicos, se puede prescindir de la designación con letra minúscula. Esto pone en relieve que, de acuerdo con la práctica común, no se representan a escala diversos elementos de las Figuras, a menos que se indique lo contrario. Por el contrario, las dimensiones de los distintos elementos pueden ampliarse o reducirse con fines de una mayor claridad. Se incluyen las siguientes Figuras:

15 La Figura 1 es un diagrama de flujo con los pasos seleccionados de un proceso para la fabricación de una tarjeta de transacción de conformidad con los aspectos de la presente invención;

La Figura 2A es una fotografía que muestra un componente electrónico antes del sobremoldeo de conformidad con los aspectos de la presente invención;

20 La Figura 2B es una fotografía que representa un componente electrónico después del sobremoldeo de conformidad con los aspectos de la presente invención;

La Figura 3A es una ilustración esquemática de la parte frontal de una tarjeta de transacción antes del moldeo de inserción de conformidad con los aspectos de la presente invención;

La Figura 3B es una ilustración esquemática de la parte posterior de una tarjeta de transacción antes del moldeo de inserción de conformidad con los aspectos de la presente invención;

25 La Figura 3C es una ilustración esquemática de la parte frontal de una tarjeta de transacción después del moldeo de inserción de conformidad con los aspectos de la presente invención; y

La Figura 3D es una ilustración esquemática de la parte posterior de una tarjeta de transacción después del moldeo de inserción de conformidad con los aspectos de la presente invención.

30 Las Figuras 4A y 4B son ilustraciones esquemáticas de los pasos seleccionados de un proceso de sobremoldeo para la fabricación de una tarjeta de transacción de conformidad con los aspectos de la presente invención.

La Figura 5A es una imagen que muestra el lado frontal de una tarjeta ilustrativa que tiene una antena encapsulada que rodea el módulo de pago.

La Figura 5B es una imagen que muestra la parte posterior de la tarjeta ilustrativa de la Figura 5A.

La Figura 5C es una vista en perspectiva de un módulo ilustrativo de antena encapsulada aislada antes de la inserción del módulo de pago en su interior.

5 La Figura 6A es una ilustración esquemática en planta de un dispositivo de RFID sin contacto ilustrativo de conformidad con un aspecto de la invención, antes de encapsular una capa del chip dentro de la abertura del marco.

La Figura 6B es una vista de ilustración esquemática de un dispositivo ilustrativo de RFID sin contacto de la Figura 6A en sección transversal a través de la línea 6B-6B, después de encapsular la capa del chip.

La Figura 6C es una vista de ilustración esquemática terminal del dispositivo ilustrativo de RFID sin contacto de la Figura 6B.

La Figura 7A es una ilustración esquemática en planta de un dispositivo ilustrativo de RFID sin contacto de conformidad con otro aspecto de la invención, antes de encapsular una capa de chip dentro de la abertura del marco.

La Figura 7B es una vista de ilustración esquemática del dispositivo ilustrativo de RFID sin contacto de la Figura 7A en sección transversal a través de la línea 7B-7B, después de encapsular la capa del chip.

La Figura 7C es una vista de ilustración esquemática terminal del dispositivo ilustrativo de RFID sin contacto de la Figura 7B.

La Figura 8A es una ilustración esquemática en planta de un dispositivo ilustrativo de DI RFID sin contacto de conformidad con otro aspecto de la invención, antes de encapsular una capa de chip dentro de la abertura del marco.

La Figura 8B es una vista de ilustración esquemática del dispositivo ilustrativo de DI RFID de la Figura 8A en sección transversal a través de la línea 8B-8B, después de encapsular la capa del chip.

La Figura 8C es una vista de ilustración esquemática terminal del dispositivo ilustrativo de DI RFID de la Figura 8B.

La Figura 9A es una ilustración esquemática en planta de un lado frontal de una tarjeta de transacción ilustrativa que comprende una pluralidad de discontinuidades.

30 La Figura 9B es una ilustración esquemática en planta de un lado posterior de la tarjeta de transacción ilustrativa de la Figura 9A.

La Figura 9C es una ilustración esquemática en vista de sección transversal de la tarjeta de transacción ilustrativa de la Figura 9A.

La Figura 9D es una ilustración esquemática en vista de sección transversal de otra tarjeta de transacción ilustrativa, formada a partir de un laminado FR-4 / metálico prefabricado.

5 La Figura 9E es una ilustración esquemática en vista de sección transversal de una parte de una tarjeta de transacción que comprende capas separadas FR-4 unidas de forma adhesiva a la capa metálica, con una metalización dispuesta en una superficie interior de una de las capas FR-4.

10 La Figura 9F es una ilustración esquemática en vista de sección transversal de una parte de una tarjeta de transacción que comprende capas FR-4 directamente unidas a la capa metálica, con una metalización grabada en una superficie exterior de una de las capas FR-4, así como una capa adicional que cubre la metalización.

La Figura 10 muestra un proceso ilustrativo para producir una tarjeta de transacción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

15 Los aspectos de la invención se refieren a tarjetas de transacción, a los procesos de fabricación de tarjetas de transacción, así como a las tarjetas de transacción producidas de conformidad con los métodos divulgados.

20 En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo que representa los pasos seleccionados de un proceso (100) para producir una tarjeta de transacción de conformidad con los aspectos de la invención. Cabe mencionar que, con respecto a los procesos descritos en el presente documento, se entenderá a partir de la descripción de este documento que uno o más de los pasos pueden omitirse y/o llevarse a cabo en un orden distinto con respecto a la secuencia descrita del proceso sin dejar de obtener el resultado deseado.

25 En el paso (110) se forma una abertura en el cuerpo de la tarjeta de transacción. La abertura se puede dimensionar para poder alojar uno o más componentes electrónicos moldeados. La abertura puede extenderse parcialmente (formando de este modo, una cavidad, por ejemplo) o completamente (formando de este modo un orificio) a través del cuerpo de la tarjeta. En algunas modalidades, un orificio formado a través del cuerpo de la tarjeta puede estar cubierto total o parcialmente en un lado, por ejemplo, con un material aplicado, como un material plástico adhesivo, como el elemento (307c), que se muestra en la Figura 3D. Como se muestra en la Figura 3D, el elemento (307c) se superpone a un área que rodea el orificio para formar una cavidad delimitada en la periferia por los bordes del orificio en el cuerpo de la tarjeta y, en un extremo inferior, por el material aplicado (307c). El material aplicado puede ser el mismo material o un material compatible con el material moldeado que más adelante llenará la cavidad. En algunas modalidades, como se ilustra en la Figura 3D, el material aplicado (307c) que se superpone al área que rodea el orificio en el cuerpo de la tarjeta puede tener un orificio de paso (308) con un área más pequeña que el orificio en el

30

cuerpo de la tarjeta, con el fin de proporcionar una "saliente" (309) de material aplicado dentro de la periferia del orificio en el cuerpo de la tarjeta.

El cuerpo de la tarjeta de la presente invención puede estar compuesto por cualquier material adecuado, incluyendo cualquier metal adecuado, como acero inoxidable, bronce, cobre, titanio, carburo de tungsteno, níquel, paladio, plata, oro, platino, aluminio o cualquier aleación que le confiera a la tarjeta la mayor parte de su cuerpo (estructura) y de su peso. De manera adicional o alternativa, el cuerpo de la tarjeta descrito en este documento puede estar compuesto por cualquier material polimérico adecuado (por ejemplo, policarbonato, poliéster) o inorgánico (por ejemplo, vidrio o cerámica) o cualquier combinación de alguno de los materiales anteriores.

En el paso (120) se inserta un componente electrónico en la abertura del cuerpo de la tarjeta.

En el paso (130) se moldea un material de moldeo alrededor del componente electrónico. Cabe señalar que el orden de los pasos (120) y (130) puede variar en función de la aplicación en particular.

En una modalidad, el paso (130) incluye un proceso de sobremoldeo. Durante el proceso de sobremoldeo, un material de moldeo se moldea alrededor (y normalmente sobre) un componente electrónico, de tal manera que el material de moldeo cubre al menos una parte de una superficie del componente electrónico. El sobremoldeo de componentes electrónicos puede realizarse utilizando equipos convencionales y disponibles en el mercado, como el inserto ENGLE (Engel Austria GmbH, Austria) y Cavist MoldMan™ (Reno, NV).

Se muestra un componente electrónico (201) antes (en la Figura 2A) y después (en la Figura 2B) de un proceso de sobremoldeo. Aunque el componente sobremoldeado (200) se representa con un material de moldeo (205) que cubre completamente el componente electrónico (201), un especialista en la materia podrá observar que, a través de diversos grados de sobremoldeo, se puede obtener la rigidez estructural, la funcionalidad y la estética deseadas de la tarjeta de transacción. En particular, como se muestra en las Figuras 2A y 2B, cada uno de los contactos eléctricos en forma de cables (210) y (220) conectados al componente (200) tiene un extremo no encapsulado que sobresale del sobremoldeado para permitir la conexión eléctrica al componente. Cabe señalar que, aunque se muestran como cables en las Figuras 2A y 2B, los contactos eléctricos u otras porciones no encapsuladas que no se limitan a contactos eléctricos, pueden adoptar cualquier forma. Asimismo, cabe mencionar que, en ciertas modalidades, como aquellas en las que puede obtenerse un grado técnicamente deseable de acoplamiento entre los componentes no encapsulados y encapsulados mediante la capa de encapsulación, el componente puede estar completamente encapsulado.

En referencia nuevamente a la Figura 1, cuando se utiliza un proceso de sobremoldeo, el paso (130) puede llevarse a cabo antes de efectuar el paso (120). Es decir, el componente electrónico se puede sobremoldear por separado antes de insertarlo en la abertura del cuerpo de la tarjeta. Antes de la

inserción del componente electrónico sobremoldeado, éste puede modificarse aún más para eliminar el exceso de material de moldeo y/o para crear características en el material de moldeo que se pueden utilizar para asegurar el componente electrónico sobremoldeado a la abertura del cuerpo de la tarjeta. Por ejemplo, en referencia a la Figura 2B, se puede añadir una pestaña al material de moldeo (205) para que el componente sobremoldeado (200) se pueda asegurar a la abertura del cuerpo de la tarjeta.

Como alternativa, el sobremoldeo en el paso (130) se puede llevar a cabo después del paso (120). En esta modalidad, el componente electrónico se inserta en la abertura del cuerpo de la tarjeta. Posteriormente, el material de moldeo es forzado a fluir en la abertura del cuerpo de la tarjeta y se forma sobre una o más superficies expuestas, incluyendo al menos la superficie superior del componente electrónico. Un especialista en la materia podrá observar que, cuando el material de moldeo fluye hacia la abertura del cuerpo de la tarjeta, el material del cuerpo de la tarjeta se puede seleccionar para soportar la presión y el calor asociados con el sobremoldeo sin deformarse de manera sustancial.

Cuando se utiliza un proceso de moldeo de inserción, el paso (130) se puede realizar antes de llevar a cabo el paso (120). Los procesos convencionales de moldeo de inserción incluyen la inserción del componente electrónico en un molde, después de lo cual se inyecta el material de moldeo en la cavidad del molde para formar el componente electrónico moldeado. El componente electrónico moldeado puede estar encapsulado total o parcialmente por el material de moldeo tras un proceso de moldeo de inserción.

En cuanto a los Figuras 3A a 3D, se muestran ilustraciones esquemáticas de los pasos seleccionados de un proceso de moldeo de inserción para la fabricación de una tarjeta de transacción de conformidad con los aspectos de la presente invención. En las figuras, las áreas (305) y (308) de las Figuras 3A a 3D representan los orificios a través de las tarjetas. El área (307a,b) en la Figura 3A y el área (307c) en las Figuras 3B y 3D representan orificios (cavidades) parcialmente cubiertos en el cuerpo de la tarjeta para que el material de moldeo se fije y se asiente de forma adecuada. La Figura 3B muestra la tarjeta moldeada terminada en la que es visible el material moldeado de inserción del componente moldeado (310). Aunque el material moldeado de inserción se muestra en contraste con los materiales de la tarjeta en el fondo con fines ilustrativos, el componente moldeado no está limitado a ningún grado particular de contraste en cuanto a coloración o sombreado en relación con la tarjeta del fondo, y puede comprender los mismos materiales que el anverso de la tarjeta o puede comprender materiales seleccionados para tener una coloración o un sombreado seleccionados para coincidir con la coloración o el sombreado del anverso de la tarjeta con el fin de minimizar su visibilidad en una tarjeta terminada. Por ejemplo, en un cuerpo de tarjeta que comprenda materiales diferentes a los materiales de moldeo (por ejemplo, un cuerpo de metal o cerámica y materiales de moldeo de resina termoplástica), la coloración de los materiales de moldeo se puede seleccionar para que tenga un color y un tono que coincida lo más posible con el material del cuerpo, incluyendo el uso de componentes en los materiales de moldeo que sean iguales o similares a los materiales del cuerpo de la tarjeta (por ejemplo, se puede incluir un metal en polvo en los materiales de moldeo que sea igual al metal del cuerpo). En otras modalidades, se pueden utilizar materiales de moldeo que contrasten con el cuerpo de

la tarjeta. La Figura 3A ilustra el lado frontal de una tarjeta de transacción (300) que incluye una abertura (305) que se extiende completamente a través del cuerpo de la tarjeta (302). Una pluralidad de elementos de fijación (307a, b) proporciona áreas a las que el material de moldeo puede adherirse o unirse. En la modalidad ilustrada, los elementos de fijación (307a,b) son orificios ciegos (por ejemplo, cavidades). Un conjunto similar de elementos de fijación (307c) se encuentra en el lado posterior opuesto de la tarjeta de transacción (300) en la Figura 3B. Las geometrías de la apertura (305) y los elementos de fijación (307a, b, c) se seleccionaron para mejorar el rendimiento de RF de la tarjeta de transacción metálica (300). Los elementos de fijación (307a, b, c) pueden comprender el mismo material o un material compatible con el material de moldeo, diferente del material del cuerpo de la tarjeta, de modo que el material de moldeo y los materiales de los elementos de fijación se fusionen o se unan mediante un vínculo relativamente más fuerte que cualquier unión generada entre el material de moldeo y el cuerpo de la tarjeta.

La Figura 3C ilustra el lado frontal de la tarjeta de transacción (300) después de que se haya colocado un componente electrónico moldeado de inserción (310) en la abertura (305). En la modalidad ilustrada, el componente electrónico moldeado (310) sería visible en la tarjeta de transacción (300). La geometría del componente electrónico moldeado (310) permite que el componente electrónico moldeado (310) se asegure a la tarjeta de transacción (300) mediante una acción de inclinación generada por los elementos de fijación (307 a,b,c). De forma alternativa o adicional, el componente electrónico moldeado (310) puede adherirse a la abertura (305) de la tarjeta de transacción (300) utilizando una resina epóxica como bisfenol, novolac, alifática y glicidilamina.

El exceso de material de moldeo puede eliminarse del componente electrónico moldeado (310) (por ejemplo, mediante fresado o mecanizado) para incorporar componentes electrónicos adicionales u otros componentes deseados.

La Figura 4A ilustra un proceso de sobremoldeo ilustrativo en el que se mecaniza una cavidad (403) en el cuerpo de la tarjeta (402) para recibir un componente electrónico (405). En la modalidad ilustrada, el componente electrónico (405) es una placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés), específicamente, un módulo RFID. Aunque la cavidad (403) se representa atravesando una porción sustancial de la cara posterior del cuerpo de la tarjeta (402), un especialista en la materia podrá observar que las aberturas más pequeñas de geometrías variables pueden ser adecuadas en función del componente electrónico que se va a incorporar.

La cavidad (403) puede tener las dimensiones apropiadas para recibir y fijar en su posición el componente electrónico (405), o puede tener dimensiones que permitan contar con un exceso de material de moldeo entre la pestaña interior de la cavidad (403) y el borde exterior del componente electrónico (405). El componente electrónico (405) puede adherirse de manera adicional o alternativa a la cavidad (403) utilizando una resina epoxi, como se describió anteriormente.

La placa frontal sobremoldeada (410) forma la cara posterior de la tarjeta de transacción (400). La placa frontal sobremoldeada (410) puede encapsular total o parcialmente el componente electrónico (405). La placa frontal sobremoldeada (410) se puede preparar por separado y luego se puede fijar a la cavidad (403) (utilizando, por ejemplo, una resina epóxica adecuada, como se describió anteriormente), o puede formarse al sobremoldear capas de material de moldeo directamente en la cavidad (403).

En una modalidad ilustrativa, el material de moldeo utilizado en la placa frontal sobremoldeada es un material plástico que puede mejorar la transmisión de RF cuando la tarjeta de transacción (400) se compone de un metal u otro material que interfiere con la RF.

Como se conoce en el estado de la técnica, las tarjetas de transacción con módulos de chip RFID para acoplamiento inductivo con un lector de tarjetas de una terminal de punto de venta (POS, por sus siglas en inglés) también suelen tener una estructura de antena de amplificación incorporada y configurada que acopla inductivamente la antena incorporada al módulo del chip RFID, en donde la antena acoplada, el módulo RFID y el lector de tarjetas forman un circuito para transmitir información desde la tarjeta al lector de tarjetas. Por lo tanto, en una modalidad ilustrativa en la que el módulo RFID es el componente encapsulado o parcialmente encapsulado (o uno de una pluralidad de componentes electrónicos que se procesan como se describe en este documento), la estructura de la antena puede proporcionarse de diversas maneras. En una modalidad, la estructura de la antena se puede integrar en una capa que se aplica a la tarjeta después de los procesos de moldeo descritos en el presente documento. La capa que incluye a la antena puede laminarse a la tarjeta mediante un proceso sin calor (por ejemplo, con un adhesivo), un proceso de laminación por calor realizado a una temperatura, presión y duración que impida que se funda nuevamente, que se deforme o se altere de forma perjudicial el moldeo sobre el componente o componentes electrónicos, o bien puede proporcionarse una lámina de soporte (que comprenda metal o algún otro material que no sea afectado por la laminación por calor) durante dicha etapa de laminación por calor para evitar que cualquier fusión o deformación del moldeo sobresalga de la superficie opuesta sobre la que se está llevando a cabo la etapa de laminación.

En otra modalidad, el paso de moldeo puede comprender un paso de sobremoldeo que cubra no sólo el componente electrónico como se describe en este documento, sino también al menos la porción de la superficie de la tarjeta en la que se colocará posteriormente la estructura de la antena. Por ejemplo, se puede llevar a cabo un paso de sobremoldeo de desbordamiento que, además de encapsular o encapsular parcialmente el módulo RFID, también cubre al menos una superficie entera (normalmente la posterior, aunque también o en su lugar puede ser la parte frontal) de la tarjeta en una capa que tiene un espesor deseado. A continuación, se puede añadir la antena a esa capa sobremoldeada, por ejemplo, mediante el uso de procesos ultrasónicos conocidos en la técnica. Cualquier contenido que se imprima en la superficie de la tarjeta también puede imprimirse en la superficie de la capa sobremoldeada o se puede añadir una capa de impresión adicional, por ejemplo, mediante un adhesivo o por laminación. En otras

modalidades, la antena puede imprimirse en la superficie de moldeo o aplicarse como parte de otra capa que se une sobre la superficie moldeada, por ejemplo, mediante un adhesivo o por laminación. Los ejemplos anteriores no son limitativos, y cabe señalar que existen infinitas posibilidades para el procesamiento posterior del producto que se obtiene de los procesos descritos en el presente documento con el fin de proporcionar un componente electrónico moldeado en una tarjeta, además de que ciertos aspectos de la invención no están limitados de ninguna manera por los pasos posteriores del proceso.

En otra modalidad que se ilustra en las Figuras 5A a 5C, la antena de amplificación (502) para el acoplamiento inductivo con la antena de un módulo de pago puede tener forma de un marco de metal anular que prácticamente rodea el módulo de pago (por ejemplo, un chip RFID de interfaz doble (DI, por sus siglas en inglés)). Como se muestra en las Figuras 5A-5C, la antena tiene una discontinuidad o hendidura (506) que se extiende desde un borde interior hasta un borde exterior de la antena anular. Dicha antena ha sido descrita y caracterizada en general como un "amplificador" en la patente de los Estados Unidos No. 8,608,082 (patente '082), otorgada a Le Garrec et al. y como un "marco de acoplamiento" en la Patente de los Estados Unidos No. 9,812,782 (y otras), otorgada Finn et al., las cuales se incorporan a este documento por referencia. Como se describió anteriormente, así como en la patente de los Estados Unidos con No. de Serie 15/928,813 (solicitud '813), presentada el 22 de marzo de 2018 y titulada TARJETA METÁLICA CAPACITIVA INCORPORADA DE INTERFAZ DOBLE, otorgada al cesionario común de la presente invención e incorporada al presente documento por referencia, el propio cuerpo de la tarjeta metálica puede servir como dicha antena o amplificador, con una hendidura (por ejemplo, (504), como se muestra en las Figuras 5A y 5B) que se extiende desde la periferia de la tarjeta hasta la cavidad en la que se instala el módulo de pago. La discontinuidad puede tener cualquier forma geométrica, incluyendo, entre otras, una forma escalonada como la que se muestra en las Figuras 5A y 5B, cualquier forma geométrica descrita en la solicitud '813 y otras solicitudes relacionadas, o cualquier geometría divulgada en las referencias anteriores.

La solicitud '813 también describe cómo reforzar una tarjeta que tiene discontinuidades utilizando una capa autoportante en el reverso de la tarjeta, como un material FR-4 (un laminado termoestable hecho con resina epoxi y fibra de vidrio entretejida) o poliimida. Las capas impresas, por ejemplo, para los diversos indicadores, para la banda magnética, etc., pueden ensamblarse junto con la capa FR-4 o imprimirse directamente en la capa FR-4. Por ejemplo, la solicitud '813 describe una modalidad en la que se utiliza un sustrato de acero inoxidable relativamente delgado (por ejemplo, de 0.009 pulgadas (0.02286 cm) de espesor) con una capa de soporte FR-4, y otra modalidad que comprende una capa de acero inoxidable de 18 mil. que tiene una capa FR-4 de 4 mil. unida a la parte posterior de la capa de acero con una capa adhesiva de 2 mil., una lámina impresa de 5 mil. en la parte posterior de la capa FR-4 (unida a través de otra capa adhesiva de 2 mil.) y una capa de superposición de 2 mil. que comprende la banda magnética laminada en la parte posterior de la capa de la lámina de impresión. La solicitud '813 describe que las capas autoportantes referenciables (por ejemplo, las capas FR-4) tienen una rigidez de $80\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ a $40\text{GPa}\cdot\text{m}^3$.

En algunas modalidades, que se describen más detalladamente más adelante, también se puede proporcionar una antena de amplificación. En algunas modalidades, particularmente aquellas que contienen una antena de amplificación, el cuerpo de la tarjeta metálica puede aislarse del circuito de pago para comunicarse con un lector de tarjetas, cuyo circuito contiene el módulo transpondedor y la antena de amplificación. En tales modalidades, el circuito de pago puede no funcionar como una antena o amplificador. En otras modalidades, el cuerpo de la tarjeta metálica puede funcionar, junto con la antena de amplificación, como parte del circuito de pago que contiene el módulo transpondedor. En otras modalidades adicionales, el cuerpo de la tarjeta metálica puede ser parte de un circuito diferente que recolecta energía del lector de tarjetas, pero puede o no comunicarse con el lector de tarjetas, como se describe con más detalle, por ejemplo, en la solicitud de patente de los Estados Unidos con No. de serie 16/751,285, titulada TARJETA DE TRANSACCIÓN METÁLICA, CERÁMICA O RECUBIERTA DE CERÁMICA CON VENTANA O PATRÓN DE VENTANA Y RETROILUMINACIÓN OPCIONAL, presentada el 24 de enero de 2020, incorporada al presente documento por referencia.

Como se muestra en la Figura 5C, la antena de metal (502) está rodeada por los materiales de encapsulación para formar un entorno exterior (520) y una región interior (522), y el encapsulante también llena la hendidura (506), conectando la región interior con el entorno exterior. Con fines ilustrativos, la antena se muestra en la Figura 5C sin materiales de encapsulación que la cubran en la dirección Z, de modo que la antena permanece visible en la representación. En las modalidades en las que el cuerpo metálico (500) de la tarjeta también se aprovecha para la amplificación de la señal, el material de encapsulación también puede llenar la hendidura (504) en el cuerpo metálico. Sin embargo, cabe mencionar que la hendidura (504) puede no estar presente en todas las modalidades. Además, es importante señalar que el cuerpo de la tarjeta puede tener más de una hendidura. Las ubicaciones adicionales alternativas de las hendiduras ilustrativas (554), (564), (574) se representan con líneas punteadas. Por ejemplo, en una modalidad, la combinación de hendiduras (504) y (554) que se intersecan con la cavidad del chip puede formar una bisección a lo largo de toda la longitud de la tarjeta o, la combinación de hendiduras (564) y (574) que se intersecan con la cavidad del chip pueden formar en conjunto una bisección a lo largo de todo el ancho de la tarjeta. Cabe señalar que, en este caso, el término "bisecar" significa que la línea divide a la tarjeta en dos secciones, pero esas secciones no son necesariamente iguales en tamaño. Aunque las hendiduras combinadas se representan generalmente centradas sobre la antena y alineadas en la misma línea en lados opuestos de la antena, éstas pueden tener cualquier relación con la antena y entre sí, incluyendo una relación en la que las hendiduras ubicadas en diferentes lados de la antena se encuentran en líneas paralelas o no paralelas, relaciones en las que las hendiduras se conectan a lados adyacentes en lugar de opuestos de la antena, relaciones en las que las hendiduras no son paralelas al borde de la tarjeta, o relaciones en las que una o ambas hendiduras no son lineales. Para las modalidades en las que se biseca la tarjeta, las piezas restantes de la tarjeta pueden unirse por sobremoldeo o mediante otros adhesivos o rellenos no conductores. Aunque una modalidad preferida incluye únicamente una sola bisección del cuerpo de la tarjeta en dos porciones

distintas, una pluralidad de hendiduras en el cuerpo puede dividir la tarjeta en más de dos porciones distintas. Por lo general, las disposiciones bisecadas pueden minimizar las corrientes parásitas.

De este modo, la antena (502) encapsulada que se muestra en la Figura 5C define un conector que contiene un metal (550), que puede ser creado en su totalidad y luego se puede insertar en una abertura del cuerpo de la tarjeta, o puede ser creado *in situ* en la abertura del cuerpo de la tarjeta, por ejemplo, por sobremoldeo. Después de que el conector se inserta en la cavidad o se moldea *in situ*, se puede crear una cavidad en la región interior (522) del conector (por ejemplo, mediante fresado o cualquier proceso conocido en la técnica) para recibir el módulo de pago. Entre las ventajas de este diseño está que el cuerpo de la tarjeta de metal se puede formar con un orificio de paso para recibir el conector (550). Preferiblemente, el orificio de paso se puede formar mediante métodos distintos al fresado, como el estampado, el grabado, el corte por láser u otros similares. El cuerpo de la tarjeta también puede formarse inicialmente con un orificio de paso, que puede ser particularmente favorable para un cuerpo de tarjeta cerámico, de metal fundido o de una resina epoxi dopada con metal (como se describe en la solicitud PCT con No. De serie PCT/US2019/50592, presentada el 9/11/2019 en la que se reivindica la prioridad de la solicitud provisional de patente No. 62/730,282, presentada el 9/12/2018, titulada TARJETA DE TRANSACCIÓN DE RESINA EPOXI DOPADA CON METAL Y PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN, asignada al cesionario común de la presente solicitud, y que se incorpora a la presente por referencia). A continuación, el paso de fresado para crear la cavidad para alojar el módulo de pago sólo debe llevarse a cabo en un material de encapsulación no metálico, que es más fácil y tarda menos tiempo en fresar que el metal. Como es conocido en la técnica, la cavidad para recibir el módulo de pago puede ser un orificio escalonado que tiene una primera área relativamente más grande en la superficie frontal de la tarjeta, así como una segunda área relativamente de menor tamaño en el lado posterior de la tarjeta. Al ampliar el área de la cavidad en el cuerpo de la tarjeta en el que se inserta el módulo de pago, se puede minimizar la longitud total de la hendidura (504) que debe cortarse en el cuerpo de la tarjeta metálica (en las modalidades en las que está presente la hendidura), lo que también permite reducir el tiempo de fabricación. Las mejoras anteriores favorecen el aumento de la producción y la eficiencia.

En algunas modalidades, puede que no sea necesario o deseado que el cuerpo de la tarjeta sirva como una parte de la antena de amplificación. En tales modalidades, la abertura en el cuerpo de la tarjeta puede ser relativamente más grande en comparación con las Figuras 5A a 5C, de manera que el entorno exterior (520) tiene una anchura W que separa el metal de la antena (502) en el conector (550) del cuerpo de la tarjeta, que es operable para minimizar de forma aceptable la interferencia eléctrica/magnética del cuerpo de la tarjeta. La forma geométrica del conector (550) en estas modalidades puede ser más rectangular, con el borde más interior (560) del conector colocado más hacia el centro del cuerpo de la tarjeta (500) para guiar parte de la señal de RF hacia el centro de la tarjeta, mientras que la ubicación del módulo del chip de DI RFID permanece esencialmente sin cambios, como se ilustra, para ajustarse al estándar correspondiente para la posición de los contactos.

Aunque en el presente documento se describe la geometría en conexión con un cuerpo de tarjeta metálica, pueden emplearse geometrías similares en tarjetas no metálicas. Además de los métodos de fabricación descritos en el presente documento, que son apropiados para los cuerpos de tarjetas de cualquier material (aunque particularmente favorables para cuerpos metálicos, cerámicos y de metal recubierto de cerámica), la antena (502) puede ser colocada en un cuerpo de tarjeta de plástico (por ejemplo, de PVC), por ejemplo, mediante incrustación ultrasónica (o de otro tipo) del componente de metal en el plástico, como una incrustación dentro de la tarjeta, reemplazando así las incrustaciones de alambre de cobre o de antenas grabadas. La geometría de la antena (502), como se ilustra, se puede describir como un elemento plano y anular que tiene una periferia prácticamente cerrada, con una hendidura (506) que conecta la periferia interior con la periferia exterior del anillo. Aunque se representa en la modalidad ilustrativa como una sola pieza, la estructura de la antena no es limitativa, y puede comprender más de un miembro. En contraste, las incrustaciones de alambre de cobre o de antenas grabadas normalmente crean un patrón de líneas o alambres en espiral con espacios que separan radialmente los brazos de la espiral.

Un especialista en la materia podrá observar que los materiales de moldeo apropiados dependerán del tipo de proceso de moldeo utilizado en el paso (130). Por ejemplo, cuando se emplean insertos o sobremoldeados, se pueden utilizar materiales termoplásticos como el adhesivo fundible TechnoMelt® (Henkel), que puede incluir uno o más materiales del grupo que consiste en: EVA, polialfaolefinas de metaloceno, poliolefinas que incluyen polialfaolefinas atácticas, copolímeros de bloque, poliuretanos termofusibles, resinas epoxi y poliamidas, así como materiales termoendurecibles como poliéster reforzado con fibra de vidrio, poliuretano, resina sintética Bakelite®, Duroplast, melamina, ftalato de dialilo y poliimida. Un especialista en la materia observará que se pueden utilizar otros materiales que se puede fluidificar en un proceso de sobremoldeo o moldeo por inserción, incluyendo, entre otros, metales en polvo, como el rodio, aluminio, titanio, magnesio, cobre, latón, níquel, Monel, Inconel, aceros y aleaciones de los metales anteriores, incluyendo resinas epoxi con metales en polvo, incluyendo, entre otros, cualquiera de los metales anteriores. También pueden utilizarse materiales epóxicos que contengan materiales cerámicos.

En otra modalidad, el material de moldeo utilizado en el proceso de sobremoldeo o moldeo de inserción es un material plástico que tiene un rango de temperatura de moldeo de entre aproximadamente 150–300°C.

Las Figuras 6A a 6C ilustran una modalidad particular (600) de un dispositivo RFID de metal que comprende un cuerpo en forma de marco de metal (610) que tiene una periferia exterior (611) y una abertura en el cuerpo de la tarjeta que define una periferia interior (612) del marco de metal. Al menos una discontinuidad del cuerpo (620) se extiende desde la periferia exterior hasta la periferia interior de la estructura de metal. Al menos un componente electrónico está dispuesto en la abertura, y se disponen capas de material no conductor (640), (642) alrededor del componente electrónico. El componente electrónico comprende un chip RFID (632) dispuesto en un sustrato (634), con una antena (636) también dispuesta en el sustrato y conectada al chip RFID. En conjunto, el chip RFID, la antena y el sustrato pueden denominarse

módulo RFID. De este modo, el dispositivo RFID (600) comprende un marco de metal (610) que tiene superficies opuestas (614), (615), una periferia exterior (611), así como una abertura en el marco de metal que define la periferia interior (612) y que se extiende desde al menos una de las superficies opuestas (614), (615) hasta una profundidad determinada. Como se muestra en las Figuras 6A a 6C, la abertura tiene una

5 profundidad en coexistencia con un espesor T del marco de metal desde la superficie superior (614) a la superficie inferior (615). La capa del chip (630) (que comprende un sustrato no conductor (634), un chip transpondedor de RFID (632) colocado en el sustrato (634) y un módulo de antena (636) en el sustrato conectado al chip transpondedor de RFID), está dispuesta en el interior la abertura. El módulo de antena puede estar grabado o puede tener cualquier configuración conocida en la técnica para colocarse en el

10 sustrato. Pueden disponerse una o más capas de relleno (640), (642) en la abertura del marco entre la capa del chip y una de las superficies del marco de metal. Se pueden laminar una o más capas (650), (652) sobre al menos una superficie del marco de metal. Un orificio de paso (660) se extiende entre las superficies superior e inferior del dispositivo, como se muestra en la Figura 6B, entre la superficie superior de la capa superior (650) y la superficie inferior de la capa inferior (652), preferiblemente alineado sobre una porción del

15 dispositivo situada entre las superficies interior (611) y exterior (612) de la capa metálica. Aunque en las Figuras 6A-6C se muestra tanto la antena (636) en la capa del chip como la discontinuidad (620) en el marco de metal, cabe mencionar que algunos componentes pueden tener sólo uno u otro, pero no ambos, mientras que otras modalidades pueden tener ambos, como se ilustra.

Un proceso de fabricación del dispositivo (600) puede comprender fijar la capa (652) a la

20 superficie inferior (615) del marco de metal (610) antes de apilar las capas (642), (630) y (640) en la abertura y, a continuación, colocar la capa (650) sobre la abertura y laminar la pila, de modo que las capas (640) y (642) envuelvan la capa del chip (630). El marco de metal se puede formar cortando la abertura en una pieza metálica en bruto, moldeando el metal en la forma deseada o haciendo cortes transversales de una barra extruida. Aunque se muestra con dimensiones que se extienden hasta la periferia interior (612) de la

25 estructura de metal (610), cabe señalar que la capa del chip (630) puede tener una huella sustancialmente más pequeña, de modo que las capas (640) y (642) envuelvan completamente todos los lados de la capa del chip (630). Además, cabe mencionar que se puede disponer una capa intermedia (no ilustrada) de material no conductor entre las capas (640) y (642), con un corte para alojar la periferia del sustrato (634), en configuraciones en las que la periferia exterior del sustrato (634) es menor que la periferia interior (612) del

30 marco.

En otra modalidad, ilustrada en las Figuras 7A a 7C, el dispositivo RFID (700) comprende un marco de metal (710) que tiene superficies opuestas (714), (715), una periferia exterior (711) y una abertura en el marco de metal que define la periferia interior (712) y que se extiende desde las superficies (714) a una

35 profundidad D. Como se muestra en las Figuras 7A a 7C, la abertura tiene una profundidad D que es menor que el espesor T del marco de metal desde la superficie superior (714) hasta la superficie inferior (715). La capa del chip (730) (que comprende el sustrato (734), el chip transpondedor de RFID (732) colocado en el

sustrato (734) y la antena del módulo (736) en el sustrato conectado al chip transpondedor de RFID) está dispuesta dentro de la abertura. Por lo tanto, la abertura comprende una cavidad que tiene un fondo y una capa de ferrita (742) dispuesta entre la capa del chip y el fondo de la cavidad, en tanto que la capa de relleno (740) está dispuesta en la cavidad entre la capa del chip (730) y la superficie superior (714) del marco de metal. La capa (750) se lamina sobre la superficie superior (714) del marco de metal (710) y sobre la capa de relleno (740).

Un proceso de fabricación del dispositivo (700) puede comprender la formación de una abertura de la cavidad en una pieza de metal en bruto (mediante fresado, grabado, láser) para definir el marco de metal (710), apilar las capas (742), (730) y (740) en la abertura, colocar la capa (750) sobre la abertura y laminar los componentes apilados en conjunto. Como se muestra en las Figuras 7A a 7C, el dispositivo RFID (700) tiene un orificio de paso (760) que se extiende entre las superficies superior e inferior del dispositivo, entre la superficie superior de la capa superior (750) y la superficie inferior (715) de la capa de metal, como se muestra en la Figura 7A, preferiblemente alineado en la porción del dispositivo entre las superficies interior (711) y exterior 712) de la capa de metal. Como se muestra en la Figura 7B (no se ilustra en las Figuras 7A o 7C para contar con mayor espacio, como también se puede aplicar a los diseños de las Figuras 6A a 6C y 8A a 8C, aunque no se ilustra), el orificio (760) puede ser particularmente apropiado para recibir un miembro (780), como un componente de un aparato configurado para contener una o más llaves, como en el caso de un llavero. Por tanto, los dispositivos (600) y (700) pueden ser de un tamaño más pequeño que el que normalmente tiene una tarjeta de crédito, es decir, un tamaño más acorde al de un llavero.

Si bien las Figuras 6A a 6C y 7A a 7C ilustran únicamente dispositivos RFID sin contacto, cabe mencionar que el dispositivo RFID de los ejemplos anteriores puede ser un dispositivo de interfaz doble capaz de interactuar con lectores tanto sin contacto como de contacto. Por consiguiente, como se ilustra en las Figuras 8A a 8C, el dispositivo RFID (800) comprende un marco de metal (810) que tiene superficies opuestas (814), (815), una periferia exterior (811) y una abertura en el marco de metal que define la periferia interior (812) y que se extiende desde la superficie (814) a una profundidad determinada. La capa del chip (830) (que comprende el sustrato (834), el chip transpondedor de RFID (832) colocado en el sustrato (834) y la antena del módulo (836) en el sustrato conectado al chip transpondedor de RFID) está dispuesta dentro de la abertura. En la modalidad ilustrada en la Figura 8B en la que la abertura comprende una cavidad que tiene un fondo, se dispone una capa de ferrita (842) entre la capa del chip y el fondo de la cavidad, con la capa de relleno (840) dispuesta en la cavidad entre la capa del chip (830) y la superficie superior (814) del marco de metal. La capa (850) se lamina sobre la superficie superior (814) del marco de metal (810) y sobre la capa de relleno (840). El chip de interfaz doble DI se extiende hasta la superficie superior de la capa superior (850), debido que tiene una funcionalidad basada en el contacto.

Un proceso de fabricación del dispositivo (800) puede comprender: formar la abertura de la cavidad en una pieza de metal en bruto (mediante fresado, grabado, láser) para definir el marco de metal

(810), apilar las capas (842), (830) y (840) (que tienen un corte para alojar el chip (832)) en la abertura, disponer la capa (850) (con un corte para alojar el chip (832)) sobre la abertura y laminar los componentes apilados en conjuntos. En otra modalidad, únicamente la antena (836) puede estar presente en el sustrato (830) cuando la pila de capas (842), (830), (840) y (850) se laminan en conjunto y, a continuación, se forma un orificio para recibir el chip (832) y se inserta dicho chip (832). Se puede llevar a cabo un paso de laminación posterior a una temperatura adecuada para el reflujo de las capas fundibles con el fin de encapsular todo, excepto la superficie de contacto superior del chip (832).

Aunque se ilustran como una cavidad con una profundidad menor al espesor del marco de metal en la Figura 8B, cabe mencionar que los diseños del chip DI (o de solo contacto) también pueden ser adecuados para su uso con diseños en los que la abertura se extiende por todo el espesor de el marco de metal, como en la modalidad ilustrada en las Figuras 6A a 6C. Además, las permutaciones de tales modalidades incluyen aquellas con sólo una antena (836), aquellas con una antena (836) junto con una hendidura similar a la hendidura (620), y aquellas con una antena y una hendidura.

Para mantener la funcionalidad en lectores de tarjetas estándar para dispositivos de pago del tamaño de una tarjeta de crédito, la orientación del chip DI (con el borde corto de la almohadilla de contacto del chip (832) paralelo al borde delantero (870) del dispositivo), la ubicación del chip DI (a la izquierda del centro) (832), y las dimensiones del marco de metal (810) son idénticas a las de la parte más a la izquierda de una tarjeta de crédito DI estándar (vista desde la superficie frontal o superior de la tarjeta). Tal configuración permite que el dispositivo se inserte en la dirección de la flecha P en un lector de tarjetas basado en contacto, orientando en primer lugar el borde delantero (870), lo que permite que el dispositivo (800) no se distinga de una tarjeta de crédito estándar desde la perspectiva del lector de tarjetas.

Si bien ninguna de las modalidades (600), (700), (800) está limitada a una ubicación en particular para el orificio de paso que permite alojar un componente de un llavero, cabe mencionar que en dispositivos DI (o de sólo contacto), el orificio debe ubicarse donde no interfiera con la inserción en el lector de tarjetas. Si bien una ubicación en la esquina superior izquierda o derecha del dispositivo (por ejemplo, donde se muestra el orificio (860a) en la Figura 8A), puede ser aceptable, las dimensiones generales del dispositivo en la dirección de inserción de la tarjeta pueden reducirse en configuraciones en las que el orificio está ubicado en un apéndice (874) que sobresale del borde de salida (872) de la tarjeta, como en la ubicación del orificio (860b) que se muestra en la Figura 8A. Aunque el apéndice tiene una forma geométrica semicircular, como se muestra en la Figura 8A., el apéndice (874) puede tener cualquier forma geométrica deseada. Si bien es posible que solo se necesite un orificio de paso por dispositivo, algunos dispositivos pueden tener más de uno. Aunque en las figuras se muestra con orificios de paso (660), (760), (860a), (860b) en ubicaciones particulares, el orificio puede estar en cualquier ubicación que no interfiera con los elementos funcionales del dispositivo (o con los usos previstos del dispositivo, por ejemplo, para su uso en un lector de tarjetas o para módulos que incluyen contacto). Sin embargo, las ubicaciones en las esquinas metálicas del marco pueden ser especialmente preferibles.

Aunque se representan como dispositivos rectangulares, cabe señalar que los dispositivos (600), (700), (800) pueden tener cualquier forma geométrica deseada (particularmente, los dispositivos (600) y (700) no se representan con función de contacto). Aunque el dispositivo (800) requiere una cierta forma geométrica para su inserción en un lector de tarjetas en porciones de importancia, su forma geométrica general no está limitada.

Si bien en la presente divulgación se describen modalidades específicas que comprenden una abertura y capas laminadas no conductoras y/o un sustrato que rodea el chip transceptor RFID, cabe mencionar que el chip RFID y/o la antena pueden encapsularse utilizando cualquiera de las técnicas descritas en el presente documento. Asimismo, aunque el análisis de algunas modalidades en la presente divulgación se refiere a "tarjetas" y el análisis de otras a "dispositivos" adecuados para su uso en un llavero, cabe señalar que cualquiera de los diseños descritos en este documento puede ser adecuado para su uso en cualquier tamaño, no existen limitaciones para ceñirse a un tamaño de tarjeta de transacción estándar ni a tamaños más pequeños para su fijación a un llavero. Como se establece en el estado de la técnica, las tarjetas de transacción estándar (por ejemplo, tarjetas de crédito, débito, tarjetas de regalo) cumplen con los estándares CR80 o ISO/IEC 7810:2003 y tiene dimensiones nominales de aproximadamente 3.5 pulgadas (88.9 mm) por 2 pulgadas (50.8 mm) o, más específicamente, de 3.37 pulgadas (85.59 mm) por 2.125 pulgadas (53.97 mm), con 0.03125 pulgadas (0.76 mm) de espesor, y con esquinas redondeadas que tienen un radio de 3.18 milímetros. Como lo saben los especialistas en la materia, las dimensiones anteriores son dimensiones nominales que tienen un intervalo de tolerancia para cada una. Aunque en el presente documento se denomina "llavero", cabe señalar que los dispositivos con orificios de paso como los descritos en el presente documento se pueden unir a cualquier tipo de elemento adecuado para pasar a través del orificio, con o sin llaves unidas a ese mismo elemento, incluyendo cadenas, anillos, cordones, cuerdas, collares, pulseras, postes, etc.

En otra modalidad adicional, ilustrada en las Figuras 9A-9C, la tarjeta incluye una capa metálica (950), que puede formarse a partir de una hoja metálica, una lámina metálica, de metal compacto u otro metal conocido. La capa metálica (950) puede comprender una pluralidad de discontinuidades que se extienden desde la superficie frontal (902) hasta la superficie posterior (904) de la capa metálica, que incluye al menos una primera discontinuidad (920) que define una trayectoria desde la periferia de la tarjeta hasta la abertura (912) en la capa metálica para recibir el módulo del chip transpondedor (910). En la modalidad ilustrada en las Figuras 9A-9C, otras discontinuidades (922), (924), (928) se extienden desde la periferia hasta un punto final que no coincide con la abertura (912). Otra discontinuidad (926) se extiende desde una intersección con la discontinuidad (920) hasta un punto final que no está ni en la abertura ni en la periferia. La capa metálica (950) puede comprender además discontinuidades adicionales, como una segunda discontinuidad que define una trayectoria desde la periferia de la tarjeta hasta la abertura (no ilustrada en las figuras 9A-9C, pero es similar a las respectivas combinaciones de las hendiduras (504) y (554) o de las hendiduras (564) y (574) ilustradas en la figura 5A) y divide la tarjeta en dos porciones separadas. Las

discontinuidades pueden tener cualquier forma y pueden incluir discontinuidades que se incorporan en aspectos del diseño estético en una o ambas caras de la tarjeta, incluso en coordinación con características impresas o producidas en forma de caracteres alfanuméricos, símbolos o elementos similares.

En la modalidad representada en la Figura 9C, una capa de una antena de amplificación (942) comprende múltiples metalizaciones (940), (944) en un sustrato (por ejemplo, de poliéster), que forma una antena de amplificación. Las antenas de amplificación adecuadas también pueden comprender una antena de alambre metálico dispuesta sobre un sustrato no metálico. Las porciones metálicas de la antena se aíslan de la capa metálica (950) mediante la capa de pegamento (952) que separa la antena de amplificación y la capa metálica. La antena de amplificación (942) está configurada para comunicarse con el módulo de chip transpondedor (910), y tanto el módulo de chip transpondedor (910) como la antena de amplificación (942) comprenden componentes en un circuito configurado para la comunicación inalámbrica con un lector de tarjetas (no ilustrado). La antena de amplificación puede conectarse al módulo de chip transpondedor de forma inductiva o con conexiones físicas (por ejemplo, a través de cables, pistas o contactos). En algunas modalidades ilustrativas, la capa de la antena de amplificación (942) comprende una capa de poliéster sólido (por ejemplo, de aproximadamente 25 micras de espesor), que puede estar asimétricamente metalizada en ambos lados, con pistas a través del poliéster que conectan las metalizaciones respectivas dispuestas en superficies opuestas.

La capa de refuerzo (982), por ejemplo, el laminado epóxico reforzado con fibra de vidrio o la capa FR-4, se dispone sobre la superficie frontal (902) de la capa metálica (950), y una capa de refuerzo (984) de configuración similar se dispone sobre la superficie posterior (904) de la capa metálica (950) y sobre la capa de la antena de amplificación (942). La capa de refuerzo no se limita a ningún tipo particular de material laminado epóxico reforzado con vidrio, sin embargo, incluyendo tanto laminados epóxicos ignífugos (de ahí la denominación "FR" [*flame-retardant* o ignífugos]) como laminados epóxicos no ignífugos reforzados con vidrio. El término "FR-4" se puede utilizar en la presente divulgación como una abreviatura para referirse a una capa de refuerzo de cualquier configuración, que incluye, entre otros, laminados epóxicos ignífugos y no ignífugos reforzados con fibra. Las fibras en los laminados reforzados con fibra pueden comprender fibra de vidrio, fibras poliméricas o cualquier otro tipo de fibra conocido en la técnica para fabricar estructuras reforzadas con fibras. El término "fibra", como se utiliza en la presente divulgación, puede incluir cualquier tipo de estructura que incluya fibras o miembros filamentosos, incluyendo estructuras de malla o rejilla, estructuras tejidas, estructuras con fibras orientadas aleatoriamente o similares, entre otras. Las capas FR-4 se pueden adherir a las capas respectivas mediante las capas adhesivas (981) y (983). El adhesivo de las capas adhesivas puede penetrar y rellenar parcial o totalmente las discontinuidades (924), (926) y (928) durante la formación de la tarjeta. En algunas modalidades (no ilustradas), la capa de la antena (942) y la capa FR-4 (984) pueden invertirse; en este caso, la capa (984) es la capa más externa y el material está impreso directamente en la capa impresa externa de la lámina metálica. Cabe mencionar que en las modalidades en las que la capa de la antena es adyacente a la capa

metálica, las metalizaciones de la antena están dispuestas en la superficie opuesta del sustrato de la antena de la capa metálica, o se dispone un material aislante (por ejemplo, un adhesivo y/o una capa no metálica, como un adhesivo dispuesto en un sustrato no metálico) entre las metalizaciones y la capa metálica. En otras modalidades, las metalizaciones pueden incrustarse en las capas FR-4, por ejemplo, mediante el uso de técnicas de ultrasonido.

Aunque el término "metalizaciones" normalmente se refiere a recubrimientos en la superficie exterior de un sustrato, el término utilizado en la presente solicitud se refiere a cualquier tipo de estructura metálica y, cuando se refiere a una estructura de una antena de amplificación, se refiere a la configuración metálica de la antena, independientemente de la forma, que incluye, entre otras, estructuras creadas usando películas grabadas, recubrimientos, depósitos, impresiones, alambres incrustados y otras similares.

Dispuesta por encima de la capa superior FR-4 (982), por ejemplo, adherida por medio de la capa adhesiva (991), se coloca una lámina metálica opcional compatible con RF (990) (preferentemente configurada con una apariencia metálica), sobre la cual se adhiere una capa plástica (994) (unida gracias al adhesivo (993)). En particular, las capas adhesivas pueden formarse previamente junto con la lámina como un compuesto, y el compuesto de lámina se estampa en caliente sobre la capa FR-4, o se enrolla sobre la capa FR-4. En modalidades en las que la lámina se enrolla, el compuesto de lámina puede comprender una capa de liberación que se retira antes de unir la siguiente capa. El contenido impreso (995) se dispone en la capa de plástico (994). En otras modalidades, el contenido impreso se puede imprimir directamente en la lámina (990) y se puede omitir la capa de plástico (994) o de adhesivo (993). Se puede colocar otro contenido impreso (996) y/o una banda magnética (no ilustrada) en la capa inferior FR-4 (986). También se pueden proporcionar modalidades en las que la posición de las capas (994) y (990) en la pila se invierten entre sí (por ejemplo, en posiciones conmutadas, de modo que la capa (900) se coloque relativamente a una mayor altura en la pila que la capa (994)).

En la modalidad ilustrada en la Figura 9C, la abertura (912) se extiende a través de todas las capas superiores de la tarjeta compuesta, de modo que una superficie de contacto (911) del módulo transpondedor (910) sea accesible desde la superficie superior de la tarjeta. Dicha configuración es preferible en modalidades en las que el módulo transpondedor tiene contactos configurados para tener contacto físico con un lector de tarjetas, por ejemplo, con un módulo de interfaz doble (DI). Sin embargo, también se pueden proporcionar configuraciones que incorporan únicamente módulos sin contacto, en las que la abertura (912) no se extiende hasta la superficie superior de la tarjeta. La abertura (912) puede llenarse con un tapón no metálico (913) que aísla el módulo transpondedor de la capa metálica. El tapón (913) puede tener un orificio (915) en la parte inferior para recibir una región que sobresale hacia abajo (914) del módulo transpondedor que tiene una periferia relativamente más pequeña que la periferia de la parte más ancha del módulo. La configuración del tapón en la capa metálica puede estar presente de conformidad con las pautas de la patente de los Estados Unidos con No. de serie 9,390,366, titulada "TARJETA METÁLICA INTELIGENTE CON CAPACIDAD DE INTERFAZ DOBLE" y/o con la patente 10,318,859,

titulada TARJETA METÁLICA INTELIGENTE DE INTERFAZ DOBLE CON ANTENA DE AMPLIFICACIÓN, o de conformidad con solicitudes relacionadas a éstas, incorporadas a la presente por referencia.

Si bien una modalidad ilustrativa del aspecto de la invención representado en la Figura 9C no se limita a ningún tamaño en particular, dicha modalidad puede incluir los espesores y composiciones
5 ilustrativos que se muestran en la Tabla 1:

TABLA 1

<u>Capa (Número de Elemento)</u>	<u>Espesor (pulgadas)</u>
Tinta (995)	0.0005 - 0.002
Plástico (994)	0.001-0.002
Adhesivo (993)	0.001 - 0.003
Lámina (990)	~0.0005 (1- 12 um)
Adhesivo (991)*	0.001 - 0.003
Capa FR-4 (982)	0.002-0.004
Adhesivo (981)*	0.001 - 0.003
Metal (950)	0.01 - 0.02
Adhesivo (952)*	0.001 - 0.003
FR-4 (984)	0.002-0.004
Adhesivo (985)*	0.001 - 0.003
Antena (942)	0.001 - 0.003
Plástico (997)	0.001 - 0.007
Tinta (996)	Insignificante - 0.002

*opcional (ver más adelante)

Aunque se ilustra en la Figura 9C, cabe señalar que, en muchas de las interfaces entre capas, la capa adhesiva puede ser opcional (o puede no ser una capa separada con respecto a las capas superiores o inferiores). Por ejemplo, como se describe en la presente divulgación, las capas FR-4 pueden fundirse directamente sobre la capa metálica. Las capas no metálicas se pueden laminar en conjunto, de manera que el material de la capa se une a la capa o capas adyacentes con o sin adhesivo. La capa de la antena puede ser una capa autoportante separada o puede comprender metalizaciones dispuestas directamente en la capa FR-4, por ejemplo, a través de una lámina metálica grabada, impresa con tinta metálica, o con alambre incrustado (por ejemplo, por ultrasonido) en la capa FR-4, como se describe más adelante. En modalidades en las que la lámina (990) es una "lámina de transferencia", la capa adhesiva (991) es opcional o puede representar una capa adhesiva integral a la matriz de la lámina de transferencia (990) que se une directamente a la capa subyacente. Las posiciones en la pila de la capa de la antena (942) y la capa FR-4 (984) pueden invertirse, en cuyo caso la capa de plástico (997) puede omitirse y la capa de tinta (996) puede imprimirse directamente en la capa FR-4 (984). En particular, la descripción anterior expresa solo una modalidad, y otras modalidades pueden contener más o menos capas.

En la modalidad representada en las Figuras 9A-9C, la capa de la antena de amplificación (942) incluye múltiples metalizaciones semicirculares anidadas (944), que concentran la inducción para facilitar el acoplamiento inductivo al módulo transpondedor (910). Si bien la antena se muestra con acoplamiento inductivo, en otras disposiciones la antena de amplificación puede tener una conexión física con el módulo transpondedor.

La banda magnética (930) puede colocarse sobre la capa inferior FR-4 (984). Otras características de la tarjeta, como los hologramas, la impresión, los códigos 2-D (por ejemplo, códigos de barras o códigos QR) también se pueden incorporar en el diseño de la tarjeta, normalmente dispuesta sobre la capa inferior FR-4 o sobre la capa superior de plástico.

En referencia a la Figura 10, un ejemplo de un proceso para producir una tarjeta como la se describe en la presente divulgación, por ejemplo, la modalidad representada en las Figuras 9A-9B, puede incluir en primer lugar proporcionar una lámina de metal (1000) que sirve como capa metálica (950) en las secciones transversales, como se ilustra en la presente. La lámina tiene un tamaño que se puede cortar en una pluralidad de tarjetas a lo largo de las líneas (1002), (1004), (1006), (1008). Si bien la Figura 10 representa solo una parte de una lámina que tiene solo cuatro tarjetas, cabe mencionar que la lámina puede tener un tamaño permita cortarla en cualquier cantidad de tarjetas. Lo que resulta de importancia, independientemente del número de tarjetas por lámina, es que el tamaño de la lámina es preferiblemente mayor que el tamaño de la tarjeta o tarjetas a cortar a partir de la lámina, de modo que cuando la lámina se corta para formar las discontinuidades deseadas, la lámina permanece intacta.

La lámina se puede insertar en un molde con capas de fibra de vidrio o malla de plástico dispuestas sobre las capas metálicas, y luego se puede permitir que el material epóxico llene el molde, fundiendo así el material epóxico sobre las superficies superior y/o inferior de la lámina metálica para formar las capas FR-4 (982), (984) unidas directamente a la capa metálica, como en la modalidad ilustrada en la Figura 9E. En otras modalidades, las capas FR-4 preformadas (982), (984) se pueden unir de forma adhesiva a las superficies superior y/o inferior de la lámina metálica, como en la modalidad ilustrada en la Figura 9F.

Se pueden proporcionar más o menos capas de las que se muestran en las Figuras 9E y 9F, que incluyen, entre otras, las capas descritas en relación con otras modalidades de la presente divulgación. De manera similar, se pueden proporcionar más o menos capas para cualquiera de las otras modalidades descritas en cualquier sección de la presente divulgación. Los números de elementos similares para las diversas capas mostradas en las Figuras 9E y 9F se refieren a capas con la misma función y/o configuraciones que las referenciadas por el mismo número en otras figuras, pero las funciones, capas y ubicaciones en cualquiera de las modalidades representadas no se limitan a las disposiciones ilustradas. Los expertos en la materia podrán observar que es posible obtener diversas disposiciones; sin embargo, algunas de las modalidades que se describen en la presente pueden ser particularmente favorables en términos de

de costos, durabilidad, estética, minimización de espesor o factores similares. Los espesores de las capas que se ilustran en cualquiera de las figuras no deben interpretarse como una indicación del espesor relativo de las capas en configuraciones reales, ya que ciertas características pueden enfatizarse o resaltarse en las figuras solo con fines ilustrativos.

5 La metalización (940) para la antena de amplificación puede incluirse en la pila como parte de una capa separada (por ejemplo, (942)), como se ilustra en las Figuras 9C y 9D, o puede colocarse directamente o incrustarse debajo (no se ilustra) de una de las superficies de las capas FR-4, como se ilustra en las Figuras 9E y 9F. Un proceso para obtener una capa de antena de amplificación grabada normalmente comprende unir de forma adhesiva una capa de lámina metálica (por ejemplo, de cobre) a una superficie de
10 la capa FR-4, y luego eliminar por grabado porciones no deseadas de la lámina para dejar el patrón de antena deseado. Otras formas de colocar la antena directamente dentro de la capa o sobre la capa FR-4 incluyen la deposición por vapor del patrón, la impresión con tinta conductora e inserción de alambre de cobre en la capa FR-4 (por ejemplo, mediante el uso de métodos ultrasónicos conocidos en la técnica).

En las modalidades en las que una capa preformada FR-4 se une de forma adhesiva a la
15 capa metálica, la antena directamente dispuesta puede colocarse en la superficie interior de la capa FR-4 y acoplarse a la capa metálica con una capa suficiente de adhesivo (por ejemplo, con la capa (960), que comprende las capas adhesivas (962), (964) dispuestas en superficies opuestas de un sustrato no metálico (966)) para aislar las metalizaciones (940) de la capa metálica (950), tal como se ilustra en la Figura 9F. En modalidades en las que las metalizaciones para la antena comprenden alambre incrustado en la capa FR-4,
20 dichas capas aislantes pueden omitirse. En otras modalidades, incluyendo aquellas en las que las capas FR-4 se funden directamente sobre la capa metálica, como en la modalidad ilustrada en la figura 9E, las metalizaciones (940) para la antena pueden formarse en la superficie externa de la capa FR-4 (984) y cubrirse con otra capa no metálica (997e). También se pueden proporcionar modalidades en las que una capa FR-4 se moldea directamente y la otra se agrega posteriormente. Las modalidades con una capa FR-4
25 metalizada agregada al metal como una capa separada, en lugar de fundirse directamente al metal, pueden tener metalizaciones en ambos lados de la capa FR-4 (opcionalmente, conectadas con pistas a través de la capa FR-4), en cuyo caso la configuración ilustrada en la Figura 9F puede incluir la capa adicional (997e) en la superficie externa de la capa (984), como se muestra en la Figura 9E. La capa de recubrimiento (997e) es normalmente una capa plástica opaca, por ejemplo de plástico laminado (como se ilustra en la Figura 9F) o
30 adhesivamente unida a la capa FR-4 (no ilustrada), aunque la capa externa puede tener cualquier configuración, particularmente cuando se une adhesivamente a la capa FR-4, que incluye, entre otras, una capa decorativa de cerámica, madera, cuero o incluso otra capa de metal, por ejemplo, de metal anodizado. En modalidades en las que las metalizaciones para la antena comprenden alambre incrustado en la capa FR-4, se puede omitir la capa no metálica adicional (997). Se puede omitir el aislante.

35 Las aberturas (1010) para alojar el módulo transpondedor (correspondiente a la abertura (912) que se muestra en otras figuras) se pueden fresar en parte o en su totalidad en la lámina metálica

representada en la Figura 10 en cualquier momento durante el proceso de ensamblaje. Por ejemplo, el metal puede cortarse previamente antes de una etapa de fundición directa de la capa metálica en material epóxico para formar la capa FR-4, de modo que el material epoxi llene la abertura en el metal. En tales configuraciones, la abertura en el metal puede ser de un tamaño suficientemente mayor que el del transpondedor para formar un tapón que se puede fresar en una etapa posterior para recibir el módulo, con el material epóxico dispuesto entre el transpondedor y el metal (y el adhesivo dispuesto entre el transpondedor y el material epoxi). En modalidades en las que las capas FR-4 preformadas se adhieren al metal, el metal se puede cortar al mismo tiempo que las discontinuidades, y las capas restantes pueden tener orificios previamente cortados que se graban con los orificios en el metal; o la abertura (1010) en el metal se puede fresar después de agregar las capas restantes; o la abertura se puede cortar previamente en el metal y fresar en las otras capas en una etapa posterior.

La etapa que consiste en insertar el transpondedor en la abertura puede incluir insertar un tapón de material no metálico en la abertura que rodea el transpondedor. El tapón de material no metálico puede comprender adhesivo, o una combinación de adhesivo y otra sustancia no metálica. En una modalidad, el tapón y el transpondedor se pueden preensamblar y unir de forma adhesiva en la abertura. En otra modalidad, el tapón se puede colocar primero en la abertura y luego se puede fresar para alojar el transpondedor. El transpondedor interfiere con la abertura y el proceso para crearlo no se limita a ninguna configuración en particular.

Después de que se haya ensamblado la pila de capas y se hayan insertado los módulos transpondedores, la lámina de tarjetas se puede cortar en una pluralidad de muestras en bruto de tarjetas individuales y dichas muestras en bruto de tarjetas individuales se pueden procesar adicionalmente, incluyendo su personalización, según sea necesario. Cabe mencionar que la tarjeta de transacción de cualquiera de las modalidades descritas en la presente divulgación puede tener cualquier forma y tamaño, incluso en una configuración de llavero transmisor, como se describe en la presente con respecto a las Figuras 8A-8B.

Cabe señalar que, aunque se ilustran varios conceptos mediante el uso de modalidades ilustrativas específicas, las características de cada una de las modalidades pueden combinarse y mezclarse según lo consideren los expertos en la materia. Por ejemplo, la arquitectura FR-4 y de las múltiples discontinuidades descritas en las Figuras 9A-9C se puede aplicar a una modalidad de llavero, como la ilustrada en las Figuras 6A-8A. Del mismo modo, los aspectos de la configuración, en particular la ausencia de la capa metálica del circuito de pago (como se describe en la presente divulgación en referencia a las Figuras 9A-9C en una modalidad con material epóxico reforzado con fibra), también se pueden presentar en otras configuraciones conocidas en la técnica, que incluyen, entre otras, configuraciones que utilizan otros tipos de materiales de sobremoldeo o capas laminadas, y sea solas o en combinación.

La modalidad anterior es solo una modalidad ilustrativa; otras modalidades pueden incluir más o menos capas apiladas en un orden diferente y unidas entre sí de cualquier manera conocida en la técnica, sin limitarse a conexiones adhesivas. Una o más de las capas funcionales pueden formarse a partir de una lámina recubierta con adhesivo y una capa de liberación despegable. En otras modalidades, las capas de pegamento pueden comprender pegamento dispuesto en ambos lados de una lámina muy delgada de poliéster, con capas de liberación dispuestas sobre ambas capas de pegamento. En tales modalidades, las etapas de relevancia en un proceso para formar la tarjeta comprenden: retirar una primera capa de liberación, unir la capa de pegamento expuesta a una capa adyacente y luego retirar la segunda capa de liberación para la unión de una capa posterior.

En la modalidad ilustrativa representada en la Figura 9D, una tarjeta ilustrativa puede formarse a partir de un material laminado prefabricado que comprende a la capa metálica (950) con una capa superior FR-4 (982) y una capa inferior FR-4 (984) unidas a ambas superficies de ésta, tal como puede formarse mediante fundición de material epoxi alrededor de una malla estructural colocada sobre la capa metálica. En un método para ensamblar la tarjeta, el laminado prefabricado que se describió anteriormente se procesa para crear las discontinuidades (924), (926) y (928), así como la abertura (912), desde la parte inferior de la tarjeta. Por ejemplo, se puede utilizar un láser para cortar desde la capa inferior FR-4 (984) a través de la capa metálica (950) sin penetrar la capa superior (FR-4), lo cual deja la capa superior FR-4 (982) con la suficiente resistencia para proporcionar un refuerzo para la tarjeta con las discontinuidades correspondientes. Se pueden añadir capas adicionales en cualquier modalidad, como se describe en la presente divulgación, sin limitarse a la pila ilustrada en la Figura 9D. Por ejemplo, la lámina compatible con RF (990) puede colocarse sobre el laminado prefabricado mediante un proceso de laminado o estampado en caliente, tal como se describió anteriormente en la presente divulgación. A continuación, se añaden las capas restantes que no son de tinta (por ejemplo, la capa de la antena de amplificación (942), la capa de plástico inferior opcional (997) y cualquier capa adhesiva (983), (985), entre capas adyacentes) y, posteriormente, se agrega la pila laminada. Las capas gráficas (995) o (996) se imprimen en las superficies externas de la pila laminada. El módulo transpondedor se puede agregar antes o después de la impresión, que incluye fresar la abertura (912), insertar el tapón (913) en la abertura (912), fresar una abertura en el tapón e insertar el módulo (910) en el tapón. El tapón y el módulo pueden comprender un ensamblaje prefabricado, o pueden ensamblarse *in situ*. Cabe mencionar que la combinación, la secuencia de capas en una pila y los métodos para unir capas entre sí (por ejemplo, con adhesivo, o por laminación sin adhesivo entre determinadas capas adyacentes, dependiendo de la composición de las capas) pueden tener variaciones de conformidad con aquellas configuraciones conocidas en la técnica.

Un método para ensamblar las capas, como se ilustra en las modalidades descritas en la presente divulgación, puede incluir crear la capa metálica con discontinuidades y la abertura para recibir el módulo transpondedor; así como preparar por separado una capa FR-4 sin metalizaciones y una capa FR-4 con una antena metalizada grabada; intercalar de forma adhesiva la capa metálica entre las capas FR-4, lo

que da como resultado que la estructura comprenda las capas (982), (960), (950), (960), (940) y (984), tal como se ilustra en las Figuras 9F. La capa FR-4 dispuesta en la superficie superior del metal puede tener una abertura precortada que se alinea con la abertura en la capa metálica para el módulo transpondedor, o la capa FR-4 puede fresarse después de la unión a la capa metálica para extender la abertura a la superficie superior de la capa FR-4. A continuación, el tapón se coloca en la abertura, se añaden otras capas que no son de tinta (por ejemplo, capas de plástico sobre una o ambas de las capas FR-4) y se lamina la tarjeta.

En otra modalidad, el proceso puede incluir proporcionar un laminado prefabricado de FR-4 en ambos lados del metal (por ejemplo, las capas (982), (950), (984) ilustradas en la figura 9E), y luego crear la abertura (912), así como una o más discontinuidades (por ejemplo, las discontinuidades (920), (922), (924), (926) y (928)) en el laminado prefabricado. Si se desea, las discontinuidades se pueden formar de modo que penetren únicamente las capas (984) y (950), pero no la capa (982) (como se muestra en la Figura 9D). En otra modalidad adicional, el proceso puede incluir proporcionar el cuerpo metálico (950), crear la abertura (912) y una o más discontinuidades (por ejemplo, las discontinuidades (920), (922), (924), (926) y (928)), colocar capas de malla en las superficies opuestas de la capa metálica, así como fundir el material epoxi sobre las capas de malla para formar las capas FR-4 (982), (984) unidas a la capa metálica (950). A continuación, las capas resultantes (982), (950), (984), formadas mediante cualquiera de los procesos anteriores, se procesan adicionalmente, por ejemplo, mediante la colocación de una lámina de cobre en un lado de la capa FR-4 y se eliminan por grabado las porciones no deseadas para formar la metalización (940). En particular, cuando se parte de un laminado prefabricado con discontinuidades que penetran solo una capa FR-4 y la capa metálica (como se ilustra en la Figura 9D), la lámina se dispone preferentemente en la capa FR-4 que no tiene discontinuidades. Como alternativa, las discontinuidades se pueden llenar (por ejemplo, con un recubrimiento u otra capa no metálica) antes de formar las metalizaciones. Las preferencias anteriores pueden resultar más deseables para metalizaciones grabadas o impresas y para optimizar la resistencia de las metalizaciones, que para metalizaciones de alambre incrustado, que pueden disponerse en cualquier capa FR-4 con menos preocupaciones técnicas. Se agrega la capa (997e) para cubrir la metalización (particularmente en modalidades en las que la metalización está expuesta en el exterior de la capa FR-4, lo que da como resultado la composición de las capas (982), (950), (940), (984), (997e), como se ilustra en la Figura 9E. Las capas adicionales, que incluyen, entre otras, las capas (995) y (996) pueden incluirse opcionalmente, como se describe con mayor detalle en la presente divulgación.

Aunque la invención se ilustra y se describe en el presente documento en referencia a modalidades específicas, la invención no está limitada por las particularidades descritas. Por el contrario, se pueden llevar a cabo diversas modificaciones a dichas particularidades dentro del alcance y extensión de los equivalentes de las reivindicaciones sin apartarse del espíritu de la invención.