

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 852**

51 Int. Cl.:

H05K 1/02 (2006.01)

H05K 3/42 (2006.01)

H05K 3/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2008 E 11165890 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2360998**

54 Título: **Tarjeta madre de un producto terminal**

30 Prioridad:

23.03.2007 CN 200710090909

28.06.2007 CN 200710127769

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

12.05.2016

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, CN

72 Inventor/es:

SHEN, XIAOLAN;
YE, QINGSONG y
WEI, KONGGANG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 569 852 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tarjeta madre de un producto terminal

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a tecnologías de Tarjetas de Circuito Impreso (PCB) y en particular, a una tarjeta madre de un producto terminal que utiliza una tarjeta de circuito impreso multicapa.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Una tarjeta de circuito impreso es un elemento estructural constituido por materiales aislados junto con cableados de conductores y se aplica a diversos dispositivos electrónicos y de comunicaciones. Las tecnologías de tarjetas de circuito impreso se desarrollaron continuamente, permitiendo a una tarjeta de una sola cara inicial evolucionar hacia una tarjeta de doble cara y posteriormente, a una tarjeta multicapa. Actualmente, la tarjeta de cuatro capas y la tarjeta de seis capas son dominantes en una amplia gama de aplicaciones. La tendencia de desarrollo de la tarjeta de circuito impreso es la tecnología de Interconexión de Alta Densidad (HDI), en donde la interconexión de alta densidad se consigue principalmente disponiendo microvías junto con líneas finas con el uso de la tecnología de microvías conductoras, de modo que se mejora la relación de utilización del espacio. En condiciones normales, en la tecnología de microvías, se puede utilizar las tecnologías de ablación por láser, grabado químico de plasma o fotoestampado.

Actualmente, una estructura de una tarjeta HDI de seis capas, incluyendo una tarjeta HDI de una estructura de seis capas y un solo nivel 1+4+1, o una tarjeta HDI de una estructura de seis capas y dos niveles 1+1+2+1+1, se suele adoptar para una tarjeta madre de circuito impreso, PCB, a modo de terminal. A medida que mejora el nivel de integración de dispositivos, disminuye continuamente el coste de fabricación de la tarjeta de circuito impreso, PCB. El coste de la PCB de tarjeta madre está en proporción creciente del coste de fabricación de una máquina completa y la calidad de la señal en la PCB tiene también una influencia directa sobre el rendimiento del dispositivo completo. Por lo tanto, la PCB de tarjeta madre es un importante factor que tiene una gran influencia sobre el rendimiento y el precio de un producto terminal.

Sin embargo, la tarjeta HDI de seis capas existente presenta un coste relativamente alto debido a procesos de fabricación excesivos, un ciclo de proceso largo y numerosas capas de material de la tarjeta. Además, la tarjeta HDI de seis capas no se puede fabricar fácilmente en una forma delgada debido a que la resistencia de aislamiento entre cada dos de las numerosas capas habrá de garantizarse necesariamente y que una capa de dieléctrico entre las capas de señales respectivas no será demasiado delgada porque una capa de dieléctrico interior excesivamente delgada puede dar lugar directamente a una tasa calificada inferior. Actualmente, una capa de dieléctrico no practicada por láser por la mayoría de los fabricantes de tarjetas PCB suele tener una dimensión superior a 4 milésimas de pulgada debido a limitaciones del nivel tecnológico y por lo tanto, la tarjeta HDI de seis capas y un solo nivel existente presenta un espesor típico de 0,8 mm o superior y el coste de fabricación aumentará en proporción a un espesor inferior a 0,8 mm.

El documento US-A-4 801 489 da a conocer una tarjeta de circuito impreso capaz de impedir la interferencia electromagnética que comprende una placa base constituida por un material aislante, en donde sobre la superficie principal de la placa base, una primera capa conductora eléctrica está formada mediante hoja de cobre químicamente grabada, que incluye una parte de electrodo de señal y una parte de electrodo de masa. Sobre la primera capa conductora eléctrica, se establece una capa aislante exceptuado para una zona de la parte de electrodo de masa y sobre esta capa, se establece una segunda capa conductora eléctrica mediante impresión serigráfica de una tinta de cobre con el fin de cubrir la casi totalidad de la primera capa conductora eléctrica.

El documento US-B1-6 437 991 se refiere a una invención, cuya parte esencial es que, en una unidad electrónica que comprende una tarjeta de circuito impreso multicapa, los conductores previstos para el serigrafiado del conductor de señal de enlace correspondiente están dispuestos en sus ambas superficies exteriores y están conectadas con los planos de masa por medio de vías metalizadas de conexiones de interfaces realizadas al menos al principio y final de cada alambre de hilo de serigrafiado para constituir un circuito eléctrico cerrado.

El documento US-A-4 658 334 se refiere a sistemas electrónicos que proporcionan un aislamiento de RF, esencialmente total, de segmentos separados de un sistema, exceptuado para la transmisión de señales deseadas entre segmentos diferentes, aun cuando los diversos segmentos se fabriquen sobre una placa de circuito común. Una configuración especial de tarjeta de circuito multicapa hace factible este aislamiento. Circuitos de almacenamiento intermedio conectados para excitar señales en, y recibir señales de, conductores que se extienden entre compartimientos aislados impidan la comunicación de señales parásitas a lo largo de dichos conductores.

El documento USA-6 103 977 se refiere a un conjunto de tarjetas de circuito impreso que incluye una primera tarjeta de circuito impreso y un primer componente. La primera tarjeta de circuito impreso incluye una primera capa no reforzada curada y una primera capa no reforzada, no curada, secada. El primer componente incluye una segunda capa no reforzada, no curada y secada. La primera y segunda capas no reforzadas, no curadas y secadas se ponen en contacto antes del curado. Durante el curado, las capas no reforzadas, no curadas y secadas constituyen una capa curada

unitaria que une y soporta el conjunto de PCB sin la necesidad de una capa de resina reforzada con fibra. La eliminación de la capa reforzada con fibra proporciona una reducción en el espesor total del conjunto de tarjetas PCB.

El documento US-A-5 334 800 se refiere a una tarjeta de circuito flexible que proporciona las dobles ventajas de flexibilidad y de blindaje contra una radiación imprevista. La tarjeta de circuito blindada flexible incluye varios conductores eléctricos dispuestos en un sustrato, prácticamente paralelo a las superficies opuestas del sustrato. Capas de blindaje eléctrico, en la forma de una malla o rejilla, están dispuestas sobre las superficies del sustrato y están preferentemente constituidas por la impresión serográfica de una capa conductora sobre cada lado del sustrato. Un modelo repetitivo de conductores blindados, vértices de conductores blindados y huecos en la capa de blindaje a través de los cuales el sustrato está expuesto, se crea, de este modo, a uno u otro lado del sustrato.

El documento US-A-4 904 968 se refiere a una configuración de tarjeta de circuito para dispositivos de entrada/salida (I/O) y dispositivos lógicos, en donde los dispositivos de I/O presentan niveles de corrientes esencialmente más altos que los niveles de corriente asociados con los dispositivos lógicos. Los dispositivos de I/O están agrupados adyacentes a un conector y un plano de retorno de masa que rodea a los dispositivos de I/O que se acoplan a los terminales de masa de los dispositivos de I/O (entrada/salida) a los terminales de masa del conector. Los dispositivos lógicos están espaciados en una distancia respecto al conector, en donde los terminales de masa de los dispositivos lógicos están conectados a través de vías pasantes a una placa de masa. El plano de retorno de masa, que forma una línea de banda con el plano de masa, es efectivo para aislar los dispositivos de I/O y reducir la distorsión de las señales en la tarjeta.

SUMARIO DE LA INVENCION

Otro objetivo de las formas de realización de la invención es dar a conocer una placa madre de un producto terminal, de modo que se pueda reducir el coste de fabricación y se pueda mejorar el rendimiento y la fiabilidad de la placa madre de un producto terminal, de la parte baja de la gama, mediante el diseño por reducción de capa.

Considerando lo anteriormente expuesto, la invención se puede poner en práctica en las soluciones técnicas siguientes.

Según un aspecto de la invención, se da a conocer una tarjeta madre de un producto terminal, que incluye un circuito integrado de núcleo de un módulo de banda de base o de radiofrecuencia. La tarjeta madre del producto terminal es una tarjeta de circuito impreso de cuatro capas que incluye capas superficiales y dos capas interiores entre las capas superficiales, incluyendo las capas superficiales una capa superior y una capa inferior que son, respectivamente, una capa de masa de referencia primaria constituida por una hoja de cobre de masa con un área importante y las hojas de cobre de masa con un área importante de la capa superior y de la capa inferior están interconectadas a través de vías pasantes y las capas interiores son capas de cableado primario en donde las áreas de cableado están divididas por funciones. Una distancia entre las capas interiores es al menos el doble de la distancia entre las capas superficiales y las respectivas capas interiores adyacentes y el área de cableado, en cada una de las capas interiores, corresponde al área de hoja de cobre de masa, con un área importante, en una capa adyacente a la capa interior o cableados dispuestos verticalmente en la capa adyacente a la capa interior. En la solución anterior, la hoja de cobre de masa con un área importante es un área en una capa de referencia, que es un área saliente en la capa de referencia de una capa de cableado en una capa relacionada, y es una región con una hoja de cobre de masa completa.

El así denominado producto terminal en la invención comprende, sin limitación, un teléfono móvil, un PDA (Asistente Digital Personal), una estación fija, una tarjeta de datos, un MP3/4, un sistema de posicionamiento de navegación de GPS y un producto modular derivado. La tarjeta madre de producto terminal, en la invención, puede ser una tarjeta de circuito impreso de cuatro capas que incluye un circuito integrado núcleo de un módulo de banda de base o un módulo de radiofrecuencia. Al menos un dispositivo de empaquetado de BGA se proporciona en la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas. El paso de terminales del dispositivo de empaquetado BGA puede ser, sin limitación, cualquiera o una combinación de los valores de 1 mm, 0,8 mm, 0,65 mm, 0,5 mm y 0,4 mm. El espesor de la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas varía desde 0,4 mm a 2 mm inclusive.

Como puede deducir de las soluciones técnicas según las formas de realización de la invención, las tarjetas de circuito impreso de seis capas existentes presentan un coste de fabricación relativamente alto debido a procesos de fabricación excesivos, capas de material de tarjetas numerosas y factores similares. En las soluciones de diseño por reducción de capa de una tarjeta de circuito impreso dada a conocer en las formas de realización de la invención, las líneas de señales están cableadas sobre una base de áreas en las capas interiores adyacentes a las capas superficiales exteriores; las capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado o poco cableado y están interconectadas como una masa primaria a través de las vías pasantes y los parámetros del ancho de línea y de la altura de capa se establecen para controlar el valor de la impedancia objetivo. Cada una de las dos capas interiores, principalmente para cableado, es adyacente a la respectiva capa superficial exterior, con una distancia intercapa corta entre la capa interior y la capa superficial exterior y las capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado o poco cableado y por lo tanto, las capas superficiales exteriores se pueden interconectar adecuadamente a través de las vías pasantes para proporcionar una masa de corriente de retorno apropiada para las capas interiores adyacentes reduciendo, de este modo, la diafonía de la señal. Además, la distancia intercapa entre las dos capas interiores es bastante superior (como mínimo, el doble, preferentemente más del triple) de la distancia desde cada una de las capas interiores a una capa superficial exterior más próxima a la capa interior. Con dicha disposición de distancia

intercapa, la diafonía entre cableados en una de las dos capas interiores y las de la otra se pueden realizar bastante inferior a la diafonía entre los cableados en cada una de las capas interiores y los situados en la capa superficial exterior más próxima a la capa interior. Considerando lo anterior, la consistencia del control de la impedancia en las líneas de señales de radiofrecuencia cableadas es preferente sobre el valor objetivo del control de la impedancia resultante, la consistencia del ancho de línea y de la altura de la capa se puede regular con el fin de controlar indirectamente el valor objetivo de control de la impedancia resultante. El valor objetivo de control de la impedancia resultante se puede garantizar si solamente el ancho de línea/altura de capa alcanza el parámetro de diseño. Por lo tanto, las soluciones de diseño por reducción de capa de una tarjeta de circuito impreso, dadas a conocer en las formas de realización de la invención, pueden controlar razonablemente la diafonía de la señal y realizar el control de la impedancia, con el fin de reducir, en gran medida, el coste de fabricación, al mismo tiempo que se mantienen los rendimientos esenciales de la tarjeta de circuito impreso multicapa original.

En la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas y en el método de diseño de esta según la invención, la idea del método de diseño por reducción de capa se puede extender a un diseño de reducir una tarjeta de M-capas a una tarjeta de N-capas para disminuir el coste mediante la reducción de capa, en donde $M > N$.

Las capas superficiales y las capas interiores respectivas adyacentes de la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas de la estructura de tipo 2+2, con vías ciegas mecánicas, se ponen en práctica con tarjetas de doble cara. La tarjeta de doble cara puede estar provista de vías pasantes mecánicas en sustitución de las vías ciegas practicadas por láser en una tarjeta HDI convencional. Para la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas, se requiere que los dispositivos dispuestos en una de las capas superficiales se desplacen respecto a los dispuestos en la otra en una dirección saliente. La tarjeta multicapa está provista de vías pasantes en sustitución de las vías enterradas en una tarjeta HDI convencional. De este modo, se puede omitir un proceso de perforación por láser para una tarjeta HDI convencional. Además, existe un requisito de proceso en la invención en el sentido de que las áreas superficiales de las vías pasantes habrán de recubrirse con aceite blanco mineral.

En el diseño, por reducción de capas, de una tarjeta de circuito impreso según la invención, una tarjeta HDI de seis capas, con vías practicadas por láser de una estructura de un solo nivel de tipo 1+4+1 y la de una estructura de dos niveles 1+1+2+1+1 se pueden sustituir con una tarjeta de circuito impreso de cuatro capas de una estructura 1+2+1 con vías ciegas practicadas por láser o la de una estructura 2+2 con vías ciegas mecánicas con el fin de reducir el coste de la tarjeta de circuito impreso y mejorar la fiabilidad de la tarjeta de circuito impreso, al mismo tiempo que se mantienen los rendimientos equivalentes de la tarjeta de circuito.

En las soluciones técnicas dadas a conocer según la invención, una corriente de retorno de señal, en el caso de ninguna capa de masa completa separada, se puede mejorar controlando razonablemente la diafonía de la señal y métodos tales como la tecnología de conexión completa de una hoja de cobre de masa y el procesamiento de las señales por grupos se puede utilizar para controlar razonablemente los niveles de ruido de la tarjeta completa y garantizar efectivamente una calidad de señales cruciales, de modo que el rendimiento de la tarjeta completa, en el caso de la tarjeta PCB de cuatro capas de una estructura 1+2+1, con vías ciegas practicadas por láser o una estructura 2+2 con vías ciegas mecánicas, se puede garantizar que no sean inferiores al rendimiento conseguido por el diseño para la tarjeta HDI de seis capas con vías practicadas por láser. Las aplicaciones de esta tecnología de diseño de tarjeta de circuito impreso PCB innovadora pueden reducir efectivamente el coste de la tarjeta PCB en más de un 20%, mejorar, en gran medida, la competitividad y las ventajas de los productos y mejorar la fiabilidad de los productos y por lo tanto, se convertirán en las tecnologías básicas para un diseño de productos del tipo de terminales.

Según la invención, por ejemplo, una tarjeta de seis capas existente con vías practicadas por láser y vías ciegas enterrados se puede reducir a una tarjeta de cuatro capas de una estructura 1+2+1 con vías ciegas practicadas por láser o una estructura 2+2 con vías ciegas mecánicas mediante el diseño por reducción de capas de la tarjeta PCB. Se reduce los materiales consumidos, se simplifican los procesos, se acorta la duración del ciclo de fabricación y existen numerosos fabricantes disponibles; por lo tanto, se reduce, a la vez, el coste de fabricación y el coste de los materiales. Dicha idea de diseño y detalles técnicos de reducción del coste de compra de tarjeta PCB por reducción de capas y simplificación del proceso de fabricación se puede extender a un diseño de reducción de tarjetas de M capas a tarjetas de N capas para disminuir el coste mediante la reducción de capas, en donde $M > N$.

La invención satisface las exigencias de las reglas de los cableados de señales, el control de la diafonía, el control de la impedancia, el diseño de la masa de corriente de retorno completa y las disposiciones de capas laminadas y de vías pasantes y por lo tanto, la tarjeta PCB de cuatro capas con una estructura de 1+2+1 con vías ciegas practicadas por láser o una estructura de 2+2 con vías ciegas mecánicas pueden satisfacer los requisitos para un índice de rendimiento equivalente de la tarjeta PCB de seis capas con vías practicadas por láser y vías ciegas enterrados. Los datos presentados son valores meramente recomendados y pueden variarse en función de las capacidades de fabricación específicas. Los parámetros modificados por los fabricantes y la optimización de parámetros, según se presenta en el contexto, quedarán dentro del alcance de protección de esta solicitud de patente.

La fiabilidad de la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas, según la invención, es superior a la de la tarjeta de seis capas original.

5 El espesor total de la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas, según la invención, se puede ajustar adecuadamente modificando el espesor del laminado. Los laminados son materiales de tarjetas convencionales aplicados ampliamente y están libres del riesgo de un suministro escaso. Dos laminados se utilizan para la tarjeta con vías ciegas mecánicas y por lo tanto, bajo la condición previa de garantizar la planeidad de una tarjeta y en función del nivel tecnológico actual, el laminado fabricable más delgado presenta un espesor de 0,2 mm/0,3 mm en el proceso práctico y un espesor de tarjeta controlable es de 0,7 mm/0,9 mm, que es ligeramente inferior a un espesor de tarjeta convencional de la tarjeta HDI de seis capas y un solo nivel. Esto es adecuado para un diseño de un dispositivo de tipo delgado con una exigencia especial en cuanto a la resistencia mecánica de una tarjeta. A medida que avanzan las capacidades tecnológicas de los fabricantes, la tarjeta completa se puede hacer también más delgada manteniéndose superior en precio a la tarjeta de seis capas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 La Figura 1 es un diagrama esquemático de un método de diseño según una forma de realización de la invención;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una primera microbanda según una primera forma de realización de la invención;

20 La Figura 3 es un diagrama esquemático de una segunda microbanda según la primera forma de realización de la invención;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de una tercera microbanda según la primera forma de realización de la invención;

25 La Figura 5 es un diagrama esquemático de una tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser, que se utiliza como la tarjeta representativa de la invención de un producto terminal según la primera forma de realización;

30 Las Figuras 5 a 11 son diagramas esquemáticos de varias formas de realización de estructuras laminadas de una tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser, que se utiliza como la tarjeta principal, según la invención, de un producto terminal de acuerdo con la primera forma de realización;

La Figura 12 es un diagrama esquemático de una estructura de una tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas con vías ciegas mecánicas, que se utiliza como la placa madre de un producto terminal según una segunda forma de realización;

35 Las Figuras 12 a 15 son diagramas esquemáticos de varias formas de realización de estructuras laminadas de una tarjeta de circuito impreso con vías ciegas mecánicas según la segunda forma de realización;

40 La Figura 16 es un diagrama esquemático de principio de la estructura de una microbanda de la tarjeta de cuatro capas con vías ciegas mecánicas y

La Figura 17 es un diagrama esquemático de principio de la estructura de una banda de la tarjeta de cuatro capas con vías ciegas mecánicas.

45 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

50 Descripciones de la invención se proporcionarán a continuación haciendo referencia a algunas de sus formas de realización. Sin embargo, la invención se puede poner en práctica con varias formas de realización según se define y establece en las reivindicaciones. Las descripciones se considerarán en conjunción con los dibujos en los que los componentes similares se indican con referencias numéricas similares.

Además, los parámetros principales primarios, dados en esta descripción, son parámetros validados, pero pueden variar junto con el progreso del nivel tecnológico. Por lo tanto, es posible la optimización de los parámetros dependiente del progreso del nivel tecnológico y sus variaciones en función de la idea de optimización aquí presentada.

55 Conceptos tales como “una masa completa con un área importante” y “una hoja de cobre de masa con un área importante” utilizados en esta solicitud, son conceptos relativos, cada uno de los cuales indica dicha área en una capa de referencia, que es un área saliente en la capa de referencia de un área de cableado en una capa relacionada y es un área con una hoja de cobre de masa completa, sin ningún cableado o con pocos cableados. En el caso de pocos cableados, su influencia sobre los parámetros de rendimiento de una tarjeta PCB está limitada y es conocida por los expertos en esta materia y se pueden limitar a un margen admisible por dichos expertos en función de un entorno operativo específico.

65 Una estructura laminada de una tarjeta de circuito impreso HDI se describirá como sigue.

1) Para una tarjeta HDI de una estructura 1+4+1 de seis capas y un solo nivel, en donde 1+4+1 indica una estructura laminada de la tarjeta HDI, el número de capas de la tarjeta completa es de 6.

La estructura está caracterizada porque, en primer lugar, se fabrica una tarjeta de cuatro capas como una tarjeta de cuatro capas típica con vías. La tarjeta de cuatro capas está situada en la parte media de la tarjeta de seis capas y de este modo que se pueden definir como capas 2, 3, 4 y 5 de la tarjeta de seis capas. A continuación, una hoja de cobre y un material preimpregnado, denominado *prepreg*, se laminan, además, en la superficie superior y la superficie inferior de la tarjeta de cuatro capas mediante un método de adición de capas para constituir las capas 1 y 6 de la tarjeta de seis capas, es decir, dos capas exteriores. Vías ciegas de un solo nivel se pueden fabricar antes de la constitución de las líneas de la capa 1 y de las líneas de la capa 6 para interconectar las capas 1 y 2 y las capas 5 y 6, respectivamente.

2) Para una tarjeta HDI de una estructura 1+1+2+1+1 de seis capas y dos niveles, en donde, 1+1+2+1+1 indica una estructura laminada de la tarjeta HDI, el número de capas de la tarjeta completa es de 6.

La estructura está caracterizada porque, en primer lugar, se fabrica una tarjeta de dos capas como una tarjeta de dos capas típica con vías. La tarjeta de dos capas está situada en la parte media de la tarjeta de seis capas y de este modo, se pueden definir como capas 3 y 4 de la tarjeta de seis capas. A continuación, una hoja de cobre y un material preimpregnado se laminan, además, en la superficie superior e inferior de la tarjeta de dos capas mediante el método de adición de capas para constituir las capas 2 y 5 de la tarjeta de seis capas, es decir, dos capas exteriores. Vías pasantes ciegas, de un solo nivel, se pueden fabricar antes de la constitución de las líneas de la capa 2 y de las líneas de la capa 5 para interconectar las capas 2 y 3 y las capas 4 y 5, respectivamente.

Después de que se fabriquen las capas 2 y 5, una hoja de cobre y un material preimpregnado se laminan, además, en superficies de las capas 2 y 5 con el método de adición de capas para formar las capas 1 y 6 de la tarjeta de seis capas, es decir, dos capas exteriores. Vías ciegas de un solo nivel se pueden fabricar antes de la formación de las líneas de la capa 1 y de las líneas de la capa 6 para interconectar las capas 1 y 2 y las capas 5 y 6, respectivamente.

3) Para una tarjeta HDI de una estructura 1+2+1 de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, en donde 1+2+1 indica una estructura laminada de la tarjeta HDI. El número de capas de la tarjeta completa es de 4.

La estructura está caracterizada porque, en primer lugar, una tarjeta de dos capas (de doble cara) se fabrica como una tarjeta de dos capas típicas con vías. La tarjeta de dos capas está situada en la parte media de la tarjeta de cuatro capas y de este modo, se pueden definir como capas 2 y 3 de la tarjeta de cuatro capas. A continuación, se laminan, además, una hoja de cobre y un material preimpregnado en las superficies superior e inferior de la tarjeta de dos capas con el método de adición de capas para constituir las capas 1 y 4 de la tarjeta de cuatro capas. Vías ciegas, de un solo nivel, se pueden fabricar antes de la constitución de las líneas de la capa 1 y de las líneas de la capa 4 para interconectar las capas 1 y 2 y las capas 3 y 4, respectivamente.

4) Para una tarjeta HDI de una estructura 2+2 con vías ciegas mecánicas, en donde 2+2 indica una estructura laminada de una tarjeta de circuito impreso PCB. El número de capas de la tarjeta completa es de 4.

La estructura está caracterizada porque, en primer lugar, se fabrican dos tarjetas de dos capas, cada una de las cuales es como una tarjeta de dos capas típica con vías. Una de las tarjetas de dos capas se define como las capas 1 y 2 de la tarjeta de cuatro capas y la otra se define como las capas 3 y 4 de la tarjeta de cuatro capas en orden de laminación. A continuación, las dos tarjetas de dos capas se laminan, en orden de laminación, para formar la tarjeta de cuatro capas. Vías que interconectan las capas 1 y 4 se pueden fabricar en la tarjeta de cuatro capas.

Las tarjetas HDI de seis capas existentes presentan un coste de fabricación relativamente alto debido a procesos de fabricación excesivos y factores similares. Sin embargo, se da a conocer un método de diseño de una tarjeta HDI de una estructura de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser (véase Figuras 5 a 11) o una tarjeta de circuito impreso de una estructura de cuatro capas con vías ciegas mecánicas (véase Figuras 12 a 15) que sustituyen a las tarjetas HDI de seis capas existentes, de modo que el coste de fabricación se puede reducir y la fiabilidad se puede mejorar al mismo tiempo que se mantienen los rendimientos esenciales de las tarjetas de circuito impreso multicapa originales mediante el diseño por reducción de capas.

La primera forma de realización

Con referencia a la Figura 5, una tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, diseñada según la forma de realización de la invención incluye dos capas superficiales exteriores, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40, y dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30 e incluye, además, una vía ciega practicada por láser 55, una vía enterrada 60 y una vía pasante 70. La estructura ilustrada en la Figura 5 es meramente ilustrativa de una de las formas estructurales según la forma de realización de la invención. Las Figuras 6 a 11 ilustran, de forma esquemática, más formas estructurales de la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser. Datos técnicos específicos se describirán a continuación en relación con esta forma de realización preferida.

En la tabla 1 siguiente se ilustran parámetros específicos para un diseño de capas laminadas de la tarjeta HDI de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser.

Espesor de la tarjeta: variable		Tolerancia: $\pm 0,1$ mm
Estructura laminada de referencia:		
Material	Nombre de la capa	Espesor resultante
Cobre	SUPERIOR	25 μm
<i>Prepreg</i> (FR4\LDP)	<i>Prepreg</i> 1080	60- 80 μm (v.g. 60, 70, 80 μm)
Cobre	Capa 2	25 μm
<i>Prepreg</i> (FR4)	Laminado	Variable
Cobre	Capa 3	25 μm
<i>Prepreg</i> (FR4\LDP)	<i>Prepreg</i> 1080	60-80 μm (v.g., 60, 70, 80 μm)
Cobre	INFERIOR	25 μm

5 **Tabla 1**

Los espesores (esto es, el espesor de la capa de material impregnado, denominado *prepreg*, entre la capa superior y la capa 2 y el espesor del *prepreg* entre la capa 3 y la capa inferior) entre las capas superficiales y las capas interiores respectivas adyacentes varían desde 60 μm a 80 μm .

Tres ejemplos se proporcionarán en los que los espesores entre las capas superficiales y las capas interiores respectivas adyacentes son 60 μm , 70 μm y 80 μm , respectivamente.

En el primer ejemplo, el material de las capas de *prepreg* es solamente de *prepreg*, los espesores de los *prepregs* entre las capas superficiales y las capas interiores adyacentes respectivas son de 60 μm y el material del laminado entre la capa 2 y la capa 3 es también un *prepreg* pero tiene un espesor variable. Cada una de la capa superior, la capa 2, la capa 3 y la capa inferior están fabricadas de cobre y presentan un espesor de 25 μm . Los materiales, los parámetros y la jerarquía estructural de la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, según se describe en este ejemplo, pueden satisfacer un requisito de miniaturización y garantizar rendimientos para uso normal.

En el segundo ejemplo, el material de los *prepregs* es solamente un *prepreg*, los espesores de los *prepreg* entre las capas superficiales y las capas interiores adyacentes respectivas son de 70 μm y el material del laminado, entre la capa 2 y la capa 3 es también un *prepreg*, pero de un espesor variable. Cada una de la capa superior, la capa 2, la capa 3 y la capa inferior se fabrica de cobre y presenta un espesor de 25 μm . Los materiales, los parámetros y la jerarquía estructural de la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, según se describe en este ejemplo, pueden satisfacer un requisito de miniaturización y garantizar rendimientos para uso normal.

En el tercer ejemplo, el material de los *prepregs* es solamente un *prepreg*, los espesores de los *prepregs*, entre las capas superficiales y las capas interiores adyacentes respectivas, son de 80 μm y el material del laminado entre la capa 2 y la capa 3, es también un *prepreg*, pero presenta un espesor variable. Cada una de la capa superior, la capa 2, la capa 3 y la capa inferior se fabrica de cobre y presenta un espesor de 25 μm . Los materiales, los parámetros y la jerarquía estructural de la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, según se describe en este ejemplo, pueden satisfacer un requisito de miniaturización y garantizar rendimientos para uso normal.

En función del requisito del Diseño para Fabricación (DFM) para la fabricación en masa y la recomendación basada en las capacidades tecnológicas actuales de los fabricantes, el laminado presenta un espesor superior o igual a 4 milésimas de pulgada, preferentemente superior o igual a 8 milésimas y el espesor puede tomar una serie de valores como sigue:

0,1 mm/0,2 mm/0,3 mm/0,4 mm/0,5 mm/0,6 mm/0,7 mm/0,8 mm/0,9 mm y superiores. Este conjunto de datos puede variar como una serie de valores de los materiales de las tarjetas que son variables. Actualmente, el espesor de tarjeta mínimo, recomendado para los fabricantes, es de 0,5 mm y en este caso, el espesor de laminado es de 8 milésimas de pulgada y el espesor de la tarjeta aumentaría secuencialmente a medida que se incrementa el espesor del laminado. El espesor de la tarjeta se puede aumentar para conseguir una optimización. Sin embargo, el espesor de la tarjeta puede reducirse también como resultado del progreso del nivel tecnológico con el fin de cumplir un requisito de un diseño superdelgado. El *prepreg* 1080 se selecciona actualmente como el material de tarjeta de más frecuente uso, que presenta un bajo coste y constituye una tarjeta que tiene una resistencia mecánica superior a la de una tarjeta constituida por Cobre Recubierto de Resina (RCC).

Un método de diseño para reducir una tarjeta HDI de seis capas en una tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, mediante una reducción de capas se describirá en detalle a continuación.

La Figura 1 es un diagrama esquemático del método de diseño y el método incluye lo siguiente:

A1. Las líneas de señales están cableadas sobre una base por área, en las capas inferiores adyacentes a las capas superficiales exteriores.

5 Las líneas de señales están cableadas, por áreas funcionales, en un principio general de que las dos capas interiores son capas de cableado de tipo primario.

A2. Las capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado o pocos cableados y están interconectadas como una masa primaria a través de vías.

10 Las dos capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado, o pocos cableados y están interconectadas a través de las vías para actuar juntas como una masa de referencia primaria, para proporcionar una masa de corriente de retorno primaria para los cableados en las dos capas interiores, respectivamente, de modo que se pueda proporcionar una ruta de corriente de retorno completa para reducir una diafonía de la señal.

15 A3. Los parámetros de un ancho de línea y de una altura de capa se establecen para controlar un valor de impedancia objetivo.

20 Se establecen parámetros de un ancho de línea/una altura de capa/un valor DK de dieléctrico/un espesor de cobre para controlar indirectamente un valor de impedancia objetivo resultante regulando la consistencia del ancho de línea/la altura de capa/el valor DK dieléctrico/el espesor de cobre. El valor de impedancia objetivo resultante se puede garantizar en tanto que el ancho de línea/la altura de capa/el valor DK dieléctrico/el espesor del cobre se ajusten respetando los parámetros de diseño. Una variación del valor DK dieléctrico/el espesor de cobre tiene poca influencia sobre el valor de la impedancia, dando lugar a una variación de aproximadamente 1 ohmio y por lo tanto, la influencia de los dos factores puede ser despreciable.

25 Conviene señalar que no existe necesariamente un orden determinado de las etapas A1, A2 y A3 y se indican solamente para facilitar la comprensión de las descripciones.

30 La forma de realización de la invención se describirá con mayor detalle, a continuación, en relación con el método de diseño según se ilustra en la Figura 1 y los siguientes aspectos están principalmente implicados.

1. Se establecen los parámetros de vías pasantes y el paso de línea/ancho de línea.

35 La forma de realización de la invención adopta las mismas configuraciones de parámetros de vías pasantes y un paso de línea/ancho de línea como una tarjeta de seis capas ya existente. Los parámetros principales primarios, según aquí se presentan, son parámetros validados, pero variarán continuamente junto con un progreso del nivel tecnológico.

40 1) Vía ciega practicada por láser: el diámetro de perforación N es de 5 milésimas de pulgada y el diámetro del soporte de conexión (PAD) es de 12 milésimas de pulgada. A medida que avanzan las capacidades tecnológicas de los fabricantes, el diámetro de perforación por láser N disminuirá continuamente y el diámetro de PAD perforado M disminuirá también en consecuencia. Una relación entre el diámetro de perforación de láser N y el diámetro de PAD perforado M se recomienda como siendo de $M \geq N + D$, en donde D es un valor incremental, con $D \geq 6$ milésimas de pulgada.

45 2) Vía enterrada mecánica y vía pasante: el diámetro de perforación $N \geq 8$ milésimas de pulgada y el diámetro de PAD de $M \geq N + D$, en donde $D \geq 10$ milésimas de pulgada. Cuanto mayor es el soporte PAD, tanto más bajo será el coste de fabricación. Por lo tanto, el valor N se puede aumentar para optimización, con un incremento también del valor de M, pero se garantizará un ancho de línea y un paso de línea preferidos.

50 3) El ancho de línea/paso de línea para la producción en masa: el ancho de línea/paso de línea es superior o igual a 3 milésimas/3 milésimas sobre la base del nivel tecnológico actual de los fabricantes. El ancho de línea/paso de línea se puede aumentar para su optimización y el coste de fabricación disminuirá también en consecuencia.

55 4) Las distancias desde la hoja de cobre masiva a otras líneas y el soporte PAD son superiores o iguales a 6 milésimas de pulgada. Cuanto mayor sean las distancias, tanto menor será el coste de fabricación, pero se reducirá un área efectiva de la hoja de cobre, dando lugar a menos efecto de señales importantes de aislamiento y de protección. Por lo tanto, se debe prestar la debida atención a todos los factores anteriores.

2. Cableado de la capa de señal

60 Tomando como ejemplo una tarjeta de teléfono móvil de cuatro capas, una de dos capas superficiales exteriores, en una tarjeta de teléfono móvil de cuatro capas típica, está configurada como un lado de adaptación del teclado y/o un lado en el que se dispone una pantalla de cristal líquido (LCD) y la otra es un lado en el que está dispuesto un dispositivo primario.

65

En el método de diseño, un principio general de una disposición de capas de señales es de divisiones de áreas estrictas por funciones, que dan lugar a un área de señal de radiofrecuencia y un área de señal digital, estando ambas dispuestas, respectivamente, con una caja/cavidad de blindaje exterior. En la disposición general, los dispositivos están dispuestos en una dirección de propagación de una señal de circuito como pudiera ser posible en el interior de los respectivos módulos funcionales dentro de las áreas, con el fin de interconectar cableados a través de líneas cortas en una capa superficial lo más próxima posible. Aún cuando los cableados han de interconectarse a través de líneas en una capa interior, las líneas cortas deben considerarse y no deben dar lugar a un cruce como podría ser posible. Las divisiones del módulo por función serán claras y razonables, mientras se considera la apariencia ordenada y limpia de los dispositivos dispuestos en el formato de su disposición general.

Un principio general del cableado de la capa de señal es que dos capas interiores sean capas de cableado primarias y dos capas superficiales exteriores estén dispuestas sin ningún cableado si fuere posible. Durante el cableado en las dos capas interiores, un principio de cableado en cada capa es que, si fuere posible, un área de una capa adyacente correspondiente al cableado deberá estar dispuesta con una hoja de cobre de masa que presente un área importante o con unos pocos cableados dispuestos en sentido vertical. Si la capa superficial exterior es la capa superficial inferior, las líneas de las capas superficiales deben encaminarse como líneas cortas y las líneas de las capas superficiales deberán quedar dentro de la cavidad/caja de blindaje, si fuere posible, para reducir la interferencia por radiación en una máquina completa.

Los diseños de cableados para las líneas de señales respectivas se describirán con detalle a continuación.

2.1 Procesamiento en las líneas de señales RF de radiofrecuencia.

Las líneas de señales de RF están dispuestas en capas interiores, para las que las dos capas adyacentes son masas completas con un área importante. Las líneas de señales de RF pueden estar dispuestas en la capa interior adyacente al lado de adaptación del teclado y también se pueden disponer en la capa interior adyacente al lado de adaptación del dispositivo. Las líneas de señales de RF pueden estar también dispuestas en una capa superficial, para la que la capa adyacente es una masa completa de un área importante.

2.2 Procesamiento en líneas de alimentación

1) Las líneas de alimentación principales están dispuestas a lo largo de un borde de tarjeta en una capa interior, preferentemente en la capa interior adyacente al lado de adaptación del teclado. Por ejemplo, las líneas de alimentación principal pueden estar dispuestas en un borde de tarjeta de la capa interior adyacente al lado de adaptación del teclado, estando dos capas adyacentes dispuestas con hojas de cobre de masa con un área importante y las hojas de cobre de masa, en capa, en capas diferentes, están en una buena conectividad entre sí. Las líneas de alimentación principal y el borde de la tarjeta están aislados por una línea de masa amplia o una hoja de cobre o se pueden añadir vías de masa a un intervalo de distancia en la masa de aislamiento en una dirección longitudinal de la masa de aislamiento, para proporcionar una buena conectividad de la masa de aislamiento con respecto a la masa en otra capa.

2) Otras líneas de alimentación están dispuestas en una capa interior, preferentemente, en la capa interior adyacente al lado de disposición del teclado. Si fuere posible, los cableados deberán evitar el solapamiento en sentido vertical con el soporte del teclado, PAD, del teclado y deberán cruzar los cableados en otra capa interior lo más infrecuentemente posible pero no cruzarlos, si están presentes, lo más verticalmente posible.

2.3 Procesamiento en líneas de señales de audio importantes

Las líneas de señales de audio importantes están cableadas preferentemente en la capa interior adyacente al lado de adaptación del teclado. Las líneas de señales de audio cableadas corresponden a una parte en el lado de adaptación del teclado, que está dispuesto con una hoja de cobre de masa con un área importante y se mantienen separadas de los soportes de conexión del teclado (PADs del teclado) y una parte de la otra capa interior adyacente a las líneas de señales de audio es una hoja de cobre de masa completa si fuere posible. Si los cableados han de disponerse en esta parte, entonces los cableados deberán ser los menos posibles y estar dispuestos en sentido vertical, pero no serán líneas de señales de reloj como podría ser posible. Si las líneas de señales de audio están dispuestas en la capa interior adyacente al lado de adaptación del dispositivo primario, entonces dos capas adyacentes a esta capa interior se requieren para ser hojas de cobre de masa completa si fuera posible y en particular, los soportes PADs de terminales del dispositivo para señales de alta velocidad y señales de alimentación en el lado de adaptación del dispositivo primario deben evitarse en esta disposición funcional. Las líneas de señales de audio están aisladas con respecto a las líneas de señales próximas, en la misma capa, mediante una línea de masa que está interconectada con una masa que presenta un área importante en otra capa o la misma capa.

En una forma de realización típica, las líneas de señales de audio no están dispuestas en una capa superficial a no ser que las líneas de señales se extiendan en distancias muy cortas o presenten una longitud limitada dentro de una cavidad o de una caja de blindaje. Una capa adyacente por debajo de los soportes de conexión PADs de terminales para las líneas de señales de audio y las líneas de señales de audio en una capa superficial serán hojas de cobre de masa completas, de modo que se pueda garantizar la calidad de una señal de audio.

2.4 Procesamiento en buses de datos

Los buses de datos están cableados preferentemente en la capa interior adyacente al lado de adaptación del dispositivo primario. Los buses de datos están cableados en la misma capa si fuera posible y una línea corta de capa superficial se necesita para la conmutación de capas en el caso de un cruce de los buses de datos. En general, los buses de datos existentes no se distinguen por categoría ni por reagrupamientos, sino en el método de diseño, los buses de datos están reagrupados por categorías y cableados por reagrupamientos y los reagrupamientos están aislados entre sí mediante una línea de masa, con lo que se reduce la diafonía. La línea de masa para aislamiento está interconectada con la masa que presenta un área importante y una masa en otras capas. Los reagrupamientos de buses de datos distinguibles incluyen líneas de datos de pantalla de cristal líquido (LCD), líneas de interfaces, líneas de Grupo de Acción de Prueba Conjunta (JTAG), líneas de puertos serie, líneas de tarjeta de Módulos de Identidad de Usuario (UIM), líneas de teclado, líneas de datos multimedia y líneas de direcciones, etc.

2.5 Procesamiento en líneas de señales de reloj

Las líneas de señales de reloj están cableadas, preferentemente, en la capa interior adyacente al lado de adaptación del teclado. Las líneas de señales de reloj cableadas corresponden a una parte en el lado de adaptación del teclado, que está dispuesto con una hoja de cobre de masa con un área importante y se mantienen separadas de los soportes de conexión PADs del teclado y una parte de la otra capa interior adyacente es una hoja de cobre de masa completa, si fuera posible. Si los cableados han de disponerse en esta parte, entonces los cableados deberán ser los menos posibles y estar dispuestos en sentido vertical, pero no serán líneas de señales de audio en tanto que pudiera ser posible.

2.6 Procesamiento en líneas de señales multimedia

Las líneas de señales multimedia están cableadas, preferentemente, en la capa interior adyacente al lado de adaptación del dispositivo primario. Las líneas de señales multimedia están cableadas en la misma capa si es posible y se necesita una línea corta de capa superficial para la conmutación de capas en el caso de un cruce de las líneas de señales multimedia. En general, las líneas de señales multimedia existentes no se distinguen por categorías ni por reagrupamientos, sino en el método de diseño, las líneas de señales multimedia están reagrupadas por categorías y cableadas por grupos y los reagrupamientos están aislados entre sí mediante una línea de masa, con lo que se reduce la diafonía. La línea de masa para aislamiento está bien interconectada con la masa que presenta un área importante y una masa en otras capas.

2.7 Diseño de masa primaria

En una tarjeta HDI de seis capas, una de las capas interiores puede funcionar como una masa primaria, que se utiliza para proporcionar una ruta de corriente de retorno para las señales, reduciendo, de este modo, la diafonía entre las señales. En la tarjeta HDI de seis capas, una masa de corriente de retorno completa, con un área importante, puede proporcionarse presentando una capa interior que actúa como la masa primaria, de modo que sea baja la diafonía entre las señales que utilizan la masa primaria como la ruta de corriente de retorno de la señal. Por el contrario, una tarjeta HDI de cuatro capas incluye solamente dos capas interiores y no es factible tener una de las capas interiores actuando como una masa primaria; dicho de otro modo, no se puede proporcionar ninguna masa primaria completa en cualquier capa. En consecuencia, un importante problema de la tarjeta de cuatro capas es una hoja de cobre incompleta de la masa primaria, que da lugar a una ruta de corriente de retorno discontinua e incompleta de señales de alta velocidad, de modo que es probable que se produzca una diafonía. En el diseño de la forma de realización de la invención, las dos capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado o con los menos cableados posibles y están interconectadas a través de las vías pasantes para actuar juntas como una masa de referencia primaria, que proporciona los cableados en las dos capas interiores, respectivamente, con una masa de corriente de retorno primaria, de modo que una ruta de corriente de retorno completa se pueda proporcionar y de este modo, se puede reducir la diafonía de la señal. Una vez terminado el cableado, todas las áreas vírgenes están dispersas con la masa y parches conductores de la hoja de cobre de masa están interconectados con la hoja de cobre de masa, de área importante, a través de vías de masa suficientes.

2.8 Una regla de cableado en un área de BGA para mejorar efectivamente un rendimiento de EMC de la tarjeta completa; esta regla está adaptada para todas las tarjetas HDI con vías ciegas, practicadas por láser, en lugar de estar limitadas a una tarjeta de cuatro capas.

1) Microvías, practicadas por láser, están dispuestas exactamente por debajo de los soportes de conexión PADs de dispositivos, de modo que dichos soportes PADs para vías pasantes, practicadas por láser, no hará que se incremente un área en una capa superficial de la tarjeta ocupada por señales.

2) La superficie no dispone de ningún cableado, sino que está dispersa con una hoja de cobre de malla de masa con un área importante y se garantizará la continuidad y la uniformidad de la hoja de cobre con un área importante, si fuera posible, con el proceso de fabricación de tarjeta PCB actual. La hoja de cobre de malla de masa, en la superficie, puede funcionar como una capa de plano de referencia de dispositivos y absorber efectivamente los ruidos generados por los

dispositivos. La malla de masa está más próxima a los dispositivos que cualquier capa de plano de masa de una tarjeta digital de alta velocidad convencional y por lo tanto, presenta el mejor efecto de plano de masa. Como resultado, los ruidos de interferencia electromagnética, EMI, radiados desde los cuerpos de los dispositivos, se pueden reducir en gran medida.

5 3) Si una superficie ha de disponerse con cableados, entonces los cableados deben ser lo más cortos posible con el fin de no deteriorar la interconectividad de la hoja de cobre de masa de área importante en la capa superficial.

10 4) La capa de cableado primaria es una capa sub-superficial (esto es, una capa interior adyacente a la capa superficial). Análogamente, una hoja de cobre de malla de masa, de área importante, en la capa superficial, proporciona una masa de corriente de retorno de referencia primaria para numerosos cableados en la capa sub-superficial. Debido a la estructura de la tarjeta HDI, la distancia entre la capa superficial y la capa sub-superficial es más corta que la distancia entre cualesquiera capas convencionales; por lo tanto, varias señales están más próximas a su masa de corriente de retorno en este caso, por lo que mayor cantidad de energía de las señales se puede acoplar entre las señales y la masa de corriente de retorno de las señales, lo que da lugar a reducir, en gran medida, la radiación hacia fuera.

15 5) La distancia de las líneas de señales dispuestas en la capa sub-superficial con respecto a un plano de referencia de señal (la capa superficial adyacente) de las líneas de señal suele ser mucho más corta que la distancia más corta entre señales en la misma capa y suele ser inferior a 2,8:4. Por lo tanto, la diafonía entre señales es bastante más baja que una parte acoplada entre las señales y sus señales de corriente de retorno y se puede suprimir efectivamente la diafonía entre las señales.

20 6) La hoja de cobre de malla de masa, en la capa superficial, no es completamente continua debido a la presencia de soportes de instalación de dispositivos en la capa superficial. Un área discontinua primaria se refiere como un área de dispositivos de BGA. Un diámetro de un soporte de dispositivo de BGA suele ser de 10, 12, 14, 16, etc., milésimas de pulgada, pero si se observa la regla 1), entonces los soportes de instalación de BGA actuales de PASO $\geq 0,5$ mm pueden todavía interconectarse a través de la hoja de cobre bajo la condición de las capacidades del proceso de fabricación de tarjetas PCB existentes.

25 7) Las reglas de diseño para el conjunto de reglas de espaciamiento en una herramienta de diseño de tarjeta PCB incluyen las reglas siguientes:

$$P=2S+W \quad P \geq 0,5 \text{ mm} \quad W \geq 3 \text{ mm}$$

30 P: una distancia entre centros de terminales de soporte de BGA,

S: una distancia entre la hoja de cobre o el cableado y soporte de instalación,

35 W: la anchura más estrecha de la hoja de cobre o del cableado.

40 Las descripciones anteriores del cableado, en la capa de señal, se resumen como sigue.

45 El cableado en una tarjeta de seis capas existente puede ser más fácil debido a la presencia de cuatro capas interiores. El mismo número de líneas se dispondrá ahora en una tarjeta de cuatro capas y se considerará la posibilidad de producirse una diafonía de señal. En una forma de realización preferida, dos capas interiores funcionan como capas de cableado primario en la tarjeta de cuatro capas. Debido a la estructura laminada especial de la tarjeta de cuatro capas, cada una de las dos capas de cableado primarias es adyacente a una capa superficial exterior con una distancia intercapa corta. Las capas superficiales exteriores están dispuestas con poco cableado y por ello, se pueden interconectar adecuadamente a través de las vías pasantes para proporcionar una buena masa de corriente de retorno para las capas interiores adyacentes. Además, la distancia intercapa, entre las dos capas interiores, es bastante superior (≥ 2 veces, preferentemente, ≥ 3 veces) la distancia desde las dos capas interiores a las respectivas capas superficiales exteriores más próximas, como resultado, en función de la deducción de la teoría en la distribución espacial del campo electromagnético, la diafonía entre cableados en las dos capas interiores dispuestas con dicha distancia puede ser bastante inferior a la diafonía entre los cableados en las capas interiores y las de la capa superficial más próxima respectiva, que es aproximadamente un 10% de esta última. Por lo tanto, la diafonía entre señales de la tarjeta completa se puede controlar efectivamente basándose en las reglas anteriores de cableado en la capa de señal. Si la diafonía máxima se define como la diafonía en el caso de que los cableados en una capa superficial y los existentes en la capa adyacente respectiva se solapan completamente entre sí, en tal caso, la diafonía entre señales en las tarjetas HDI de cuatro capas, con cableados basados en las reglas anteriores de cableado en la capa de señal, pueden ser sólo de aproximadamente un 10% de la diafonía máxima, sin consideración de un efecto acumulativo.

3. Diseño de control de la impedancia

65 Durante la fabricación de tarjetas PCB actual, se ofrece generalmente un valor objetivo de control de la impedancia resultante en una fase de diseño y posteriormente se consigue por los fabricantes mediante un ajuste que depende de sus respectivos niveles de fabricación. Sin embargo, los cableados son cortos en una tarjeta a modo de terminal, tal

5 como una tarjeta de teléfono móvil y la consistencia (o referida como continuidad) del control de la impedancia en cableados para líneas de señales de radiofrecuencia será preferente sobre el valor objetivo de control de la impedancia resultante. En cumplimiento de este principio, la consistencia de un ancho de línea/altura de capa/valor DK de dieléctrico/un espesor del cobre se controla con el fin de regular indirectamente el valor objetivo de control de la impedancia en el método de diseño. El valor objetivo de control de la impedancia resultante puede garantizarse si el ancho de línea/la altura de capa/el valor DK de dieléctrico/el espesor del cobre alcanza el parámetro de diseño. Este método puede garantizar la consistencia de los rendimientos eléctricos de la tarjeta completa para las tarjetas fabricadas por distintos fabricantes de PCB, mientras se garantiza el control de la impedancia. Esto será conveniente para ajustar los parámetros de circuitos, facilitando la garantía de márgenes de varios índices eléctricos y permitir que la tarjeta funcione de modo más estable y fiable.

15 Debido al diseño uniforme de control de la impedancia en la tarjeta de cuatro capas, se puede permitir un control de la impedancia más directo regulando el ancho de línea/la altura de capa. Esto puede reducir, además, una carga de trabajo de los fabricantes para una prueba de la impedancia y de este modo, reducir el coste de fabricación. Un patrón de control de la impedancia se puede fabricar en un borde auxiliar para el segmentamiento de tarjetas unitarias para actuar como un patrón de prueba de reserva durante la depuración operativa.

3.1 Análisis de la tolerancia del control de la impedancia

20 En el método de diseño, una tolerancia del ancho de línea típica se define como $\pm 20\%$ y los márgenes de la tolerancia del espesor del material de la tarjeta típica se ilustran en la tabla 2 siguiente.

Espesor H (en milésimas de pulgada)	H \leq 4 milésimas de pulgada	4 milésimas de pulgada $<$ H \leq 8 milésimas de pulgada	8 milésimas de pulgada $<$ H
Tolerancia D (μm)	± 15	± 25	± 50

Tabla 2

25 Los factores primarios importantes para el control de la impedancia son el ancho de línea/altura de capa/constante dieléctrica/espesor del cobre. Una variación del valor de DK dieléctrico/el espesor del cobre tiene poca influencia sobre el valor de la impedancia, dando lugar a una variación de aproximadamente 1 ohmio y por lo tanto, la influencia de los dos factores puede ser despreciable. Considerando las características del proceso de fabricación, la altura de la capa es sustancialmente reducida porque los materiales básicos han de desplazarse para rellenar las vías y para rellenar las áreas libres de cobre en la laminación de la tarjeta PCB. Si el espesor del material de la tarjeta supera el espesor de diseño, el espesor excesivo estará dentro del margen de tolerancia de diseño. Después del relleno de las vías y del área libre de cobre mediante laminación, se puede reducir el espesor del material de la tarjeta excesivamente grueso. En conjunto, el espesor del material de la tarjeta no alcanzará la tolerancia positiva y es posible considerar solamente el margen de tolerancia negativo. Además, un ancho de línea resultante es siempre inferior al ancho de línea de diseño debido al rebaje y por lo tanto, es posible considerar solamente una influencia del ancho de línea que tiene la tolerancia negativa respecto al valor de la impedancia objetivo.

40 En términos generales, el ancho de línea y la altura de la capa tienden a disminuir. Cuanto más pequeño es el ancho de línea, tanta más alta será la impedancia y cuanto más pequeño es el espesor de la capa, tanto menor será la impedancia. Por lo tanto, si el ancho de línea y el espesor de la capa disminuyen, la influencia del error del ancho de línea sobre la impedancia complementa el error de espesor de capa sobre la impedancia. De este modo, el margen de tolerancia máximo de un factor único dará lugar a una influencia máxima sobre la impedancia.

45 Varias estructuras de líneas y cálculos de la impedancia se describirán en detalle a continuación.

3.2 Estructura de microbanda y condiciones de cálculo de la impedancia

50 Haciendo referencia a la Figura 2, que ilustra un diagrama esquemático de una primera microbanda, W1 indica un ancho de línea, W indica un ancho de línea después del rebaje, T indica un espesor del cobre y H indica una altura de la capa de material *preg*.

Los valores de diseño y los valores de control de la impedancia de una microbanda de 50 ohmios se ilustran en la tabla 3 siguiente para referencia y la herramienta de cálculo es CITS25 Versión 2004.

	Valor de diseño	Valor de control
Altura de capa H (en milésimas de pulgada)	2,8	2,8
Ancho de línea W1 (en milésimas de pulgada)	5	5
Tolerancia del ancho de línea	$\pm 20\%$	+ 20/- 15%
Tolerancia de la altura de capa (μm)	± 15	± 10

Impedancia objetivo y tolerancia (ohmios)	50 ± 7	50 ± 5
---	------------	------------

Tabla 3

3.3 Estructura de microbanda con capa sub-superficial cavernosa y condiciones de cálculo de la impedancia

5 Haciendo referencia a la Figura 3 que ilustra un diagrama esquemático de una segunda microbanda, W1 indica el ancho de línea, W indica un ancho de línea después del rebaje, T indica un espesor del cobre, H indica una altura de la capa del material *prepreg* y del laminado y H1 indica una altura de la capa del laminado.

10 Los valores de diseño de la impedancia de la microbanda de 50 ohmios, con una capa sub-superficial cavernosa, se ilustran en la tabla 4 siguiente para referencia y la herramienta de cálculo es CITS25 Versión 2004.

Altura de capa H (en milésimas de pulgada)	2,8 + Laminado
Laminado H1 (mm)	0,2 + D1
Ancho de línea W1 (milésimas de pulgada)	23 + D2
Tolerancia de ancho de línea	$\pm 20\%$
Tolerancia de altura de capa H + laminado (μm)	± 50
Impedancia objetivo y tolerancia (ohmios)	50 ± 5

Tabla 4

15 En la tabla 4, un valor adecuado, que depende de los espesores de laminado, se puede asignar al valor incremental de D2 para alcanzar la impedancia objetivo de cálculo de 50 ohmios. El espesor del laminado es igual a 0,2 mm o mayor y el valor incremental D1 puede ser un múltiplo de 0,05 mm.

20 3.4 Estructura de banda enterrada y condición de cálculo de la impedancia

Debido a la estructura especial (1+2+1) de la tarjeta de cuatro capas, la banda presenta la más alta impedancia de aproximadamente 36 ohmios solamente, aun cuando se fabrique para tener el ancho de línea mínimo de 4 milésimas de pulgada y la impedancia de 50 ohmios se puede conseguir solamente si la capa superficial es cavernosa para formar una estructura de banda enterrada.

25 Con referencia a la Figura 4, que ilustra un diagrama esquemático de una tercera microbanda, W1 indica un ancho de línea, W indica un ancho de línea después del rebaje, T indica un espesor del cobre, H indica una altura de la capa del material *prepreg* y del laminado y H1 indica una altura de la capa del laminado.

30 Los valores de diseño de la impedancia de la microbanda enterrada de 50 ohmios, se ilustran en la tabla 5 siguiente para referencia y la herramienta de cálculo es CITS25 Versión 2004.

Altura de capa H (en milésimas de pulgada)	2,8 + Laminado
Laminado H1 (mm)	0,2 + D1
Ancho de línea W1 (milésimas de pulgada)	12,5 + D2
Tolerancia de ancho de línea	$\pm 20\%$
Tolerancia de altura de capa H (μm)	± 50
Impedancia objetivo y tolerancia (ohmios)	50 ± 5

Tabla 5

35 En la tabla 5, un valor adecuado, dependiente de los espesores del laminado, se puede asignar al valor incremental de D2 para alcanzar la impedancia objetivo de cálculo de 50 ohmios. El espesor del laminado es igual a 0,2 mm o mayor y el valor incremental D1 puede ser un múltiplo de 0,05 mm.

40 Lo siguiente habrá de considerarse en el diseño de control de la impedancia.

45 1) En el caso de un ancho de línea de 4 milésimas de pulgada, el ancho de línea normal alcanza el más bajo límite y el valor de la impedancia se reducirá en gran medida. Con el fin de evitar una relación cuantificada del producto reducida, causada por la varianza del valor de la impedancia, el ancho de línea mínimo de la banda, para control de la impedancia, se controlará para ser superior o igual a 5 milésimas de pulgada.

2) El margen de error del control de la impedancia de ± 7 ohmios se utiliza preferentemente, de modo que una tarjeta calificada de producción masiva pueda satisfacer, con seguridad, los requisitos de control de la impedancia si solamente el valor de la impedancia calculado es de 50 ohmios. Por lo tanto, no se requerirá ninguna designación adicional del control de la impedancia ni un coste adicional para dicho control de la impedancia.

3) Para reducir el error de control de la impedancia para ser inferior o igual a ± 5 ohmios, se utiliza preferentemente una línea amplia en lugar de incrementa el ancho de línea y la tolerancia de control del espesor del dieléctrico, con el fin de no aumentar el coste de los materiales.

4) Una densidad de vías de comunicación se controla para que no sea demasiado alta y un proceso en el que una hoja de cobre de masa se dispersa sobre un área virgen puede controlar el espesor de la capa para que no se reduzca demasiado, de modo que se pueda garantizar indirectamente una tolerancia de control de la impedancia reducida.

Una prueba de la tarjeta HDI de cuatro capas, fabricada por el método de diseño, demuestra que puede conseguir el mismo rendimiento que la tarjeta HDI de seis capas. Además, el laminado medio de la tarjeta de cuatro capas es relativamente grueso y en consecuencia, presenta una mejor resistencia de anti-alta temperatura y anti-alta presión que un laminado delgado; por lo tanto, la tarjeta de cuatro capas, con el laminado relativamente grueso, es superior a la tarjeta de seis capas en planeidad y también presenta un mejor rendimiento de anti-alta temperatura. La tarjeta HDI de cuatro capas supera también, suavemente, otras pruebas de fiabilidad, tal como Descarga Estática Eléctrica (ESD)/Compatibilidad Electromagnética (EMC)/Prueba de Elevación de la Temperatura/Prueba anti-impacto/caída a baja temperatura. A través del método de diseño por reducción de capas de PCB, la tarjeta HDI de seis capas existente se reduce a la tarjeta HDI de cuatro capas por el método de reducción de capas, mientras que el rendimiento se mantiene sustancialmente invariable, de modo que los costes de fabricación y de materiales se reducen debido al número reducido de materiales a utilizarse y el proceso de fabricación más corto.

Conviene señalar que la forma de realización de la invención se proporciona a modo de ejemplo en el que una tarjeta HDI de seis capas existente se reduce a una tarjeta HDI de cuatro capas mediante un diseño de reducción de capas, pero sin que tenga ningún carácter limitativo. La idea de diseño y los datos técnicos para disminuir el coste de fabricación de las tarjetas de circuito impreso PCB mediante el diseño, por reducción de capas, se puede extender a un diseño de reducción de una tarjeta de M capas a una tarjeta de N capas, en donde $M > N$.

La segunda forma de realización

Con referencia a la Figura 12, una tarjeta PCB de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, diseñada según la forma de realización de la invención, incluye dos capas superficiales, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40 y dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30. La tarjeta PCB de cuatro capas comprende, además, una vía ciega 50 y una vía pasante 70. La estructura ilustrada en la Figura 12 es meramente ilustrativa de una de las formas estructurales de una tarjeta PCB de cuatro capas con vías ciegas mecánicas, según la forma de realización de la invención, y además, formas estructurales de la tarjeta PCB de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, se ilustran en las Figuras 13 a 15.

Datos técnicos especiales de la tarjeta PCB de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, se proporcionarán a continuación en relación con la forma de realización preferida. La forma de realización de la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, puede servir de referencia para otros datos técnicos.

1. Parámetros de vías, un ancho de línea y un paso de línea en relación con la estructura anterior.

Se adopta la misma configuración de parámetros de vías mecánicas y el establecimiento del ancho de línea y del paso de línea como la tarjeta PCB HDI de seis capas existente. Conviene señalar, además, que los parámetros claves primarios que se presentan en esta descripción son parámetros validados, pero variarán continuamente junto con el progreso del nivel tecnológico. Esto se aplica también a los datos específicos de los parámetros técnicos siguientes. Por lo tanto, dichos parámetros solamente son recomendados para referencia y la optimización de los parámetros junto con el progreso del nivel tecnológico y sus variaciones a la luz de la idea de optimización, presentada en el contexto, quedará dentro del alcance de protección de esta solicitud de patente.

Para la vía ciega mecánica: el diámetro de perforación se indica con N y $N \geq 8$ milésimas de pulgada y el diámetro del soporte de conexión PAD de $M = N + 10$ milésimas de pulgada y cuanto mayor sea el valor de PAD, tanto más bajo será el coste de fabricación. Por lo tanto, N se puede incrementar para optimización, de modo que M sea incrementado, pero se garantizará un ancho de línea y un paso de línea preferidos.

2. Diseño para capas laminadas

Solamente un diseño de capa laminada de una tarjeta de cuatro capas del tipo 2+2, con vías ciegas mecánicas, se dará a conocer en la presente descripción. Una tarjeta de cuatro capas, con vías pasantes, sin vías ciegas mecánicas, es una estructura de tarjeta de cuatro capas convencional y su tecnología de diseño es bien conocida y por ello se omitirán las descripciones detalladas.

En la tabla 6 siguiente se ilustran parámetros específicos para un diseño de capas laminadas de la tarjeta HDI de cuatro capas con vías ciegas mecánicas.

Espesor de la tarjeta: variable tolerancia: $\pm 0,1$ mm		
Estructura laminada de referencia:		
Material	Nombre de la capa	Espesor resultante
Cobre	Capa de cableado superior (capa 1)	25 μm
Laminado de tarjeta de doble cara	Capa de laminado	$\geq 0,1$ mm
Cobre	La segunda capa de cableado (capa 2)	25 μm
Material <i>prepreg</i> (FR4)	Material <i>prepreg</i>	Variable
Cobre	La tercera capa de cableado (capa 3)	25 μm
Laminado de tarjeta de doble cara	Capa de laminado	$\geq 0,1$ mm
Cobre	Capa de cableado inferior (capa 4)	25 μm

5

Tabla 6

En función del requisito de la DFM para una producción masiva y la recomendación basada en las capacidades tecnológicas actuales de los fabricantes, el laminado presenta un espesor superior o igual a 4 milésimas de pulgada, que puede tomar una serie de valores incluyendo 0,1 mm/0,2 mm/0,3 mm/....

10

Considerando las capacidades tecnológicas actuales de los fabricantes, el espesor mínimo de la tarjeta es de 0,7 mm en teoría y en este caso, el espesor del laminado es de 8 milésimas de pulgada. El material *prepreg* en la parte media es opcionalmente 1080/2116/3313/7628. Un material *prepreg*, relativamente grueso, se utiliza preferentemente. El espesor de la tarjeta aumentará secuencialmente a medida que aumente el espesor del laminado. El espesor de la tarjeta puede aumentarse para la optimización. Sin embargo, el espesor de la tarjeta se puede reducir también debido a un progreso del nivel tecnológico con el fin de cumplir un requisito de un diseño superdelgado. No se excluirá un uso de otros materiales dieléctricos de bajo coste similares.

15

3. Principio de control de la diafonía

20

En una forma de realización preferida, las dos capas interiores funcionan como capas de cableado primarias en la tarjeta de cuatro capas con vías mecánicas. Debido a la estructura laminada especial de la tarjeta de cuatro capas con vías mecánicas, las dos capas de cableado primario posiblemente tengan una distancia corta entre sí y una distancia larga, respectivamente, con respecto a dos capas superficiales. Con el fin de controlar efectivamente la diafonía entre cableados en las dos capas interiores, el espesor de los dos laminados deberá reducirse, si fuera posible, mientras se aumenta el espesor del material *prepreg* entre los dos laminados. Los cableados, en las dos capas interiores, deberán mantenerse separados entre sí si fuera posible y deberán ser perpendiculares entre sí si se cruzan. Una línea de señal importante puede cruzar otra línea en una capa adyacente durante tiempos estrictamente limitados.

25

30

4. Principio de control de la impedancia

35

Los cableados son cortos en una tarjeta de teléfono móvil y la consistencia o continuidad del control de la impedancia, en cableados de radiofrecuencia, serán preferentes con respecto al valor objetivo de control de la impedancia resultante. En cumplimiento de este principio, la consistencia de un ancho de línea/una distancia intercapa/un valor DK dieléctrico/un espesor de cobre se pueden regular con el fin de controlar indirectamente la continuidad de la impedancia. Este método puede garantizar la consistencia de los rendimientos eléctricos de la tarjeta completa de las tarjetas fabricadas por diferentes fabricantes de tarjetas PCB, al mismo tiempo que se garantiza un control de la impedancia. Esto será ventajoso para ajustar los parámetros del circuito, facilitando la garantía de los márgenes de varios índices eléctricos y permitirá a la tarjeta funcionar de forma más estable y fiable.

35

40

Solamente un método de control de la impedancia, para una tarjeta de cuatro capas con vías ciegas mecánicas, se describirá en la presente. El control de la impedancia en una tarjeta de cuatro capas, de vías pasantes, sin vías ciegas mecánicas, es una tecnología ya conocida y no se proporcionará a continuación descripciones detalladas al respecto.

45

Los diseños para capas laminadas de una tarjeta de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, son según se ilustran en las Figuras 12 a 15. En particular, dos tarjetas de doble cara, fabricadas por separado, se apilan para ser laminadas, perforadas y chapadas.

50

Debido al diseño uniforme del control de la impedancia en la tarjeta de cuatro capas con vías ciegas mecánicas, se puede permitir un control de la impedancia más directo controlando el ancho de línea/la distancia intercapa. Esto puede reducir, además, una carga de trabajo de los fabricantes para una prueba de impedancia y de este modo, disminuir el coste de fabricación. Este método recomienda que un patrón de control de la impedancia se puede fabricar en un borde

auxiliar para el troceado de tarjetas de unidades para actuar como un patrón de prueba de reserva durante la depuración operativa.

4.1 Análisis sobre la tolerancia de control de la impedancia

Una tolerancia del ancho de línea típica es de $\pm 20\%$.

Los márgenes de tolerancia del espesor del material de la tarjeta típica, para la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías mecánicas, se ilustra en la tabla 7 siguiente.

Espesor H (en milésimas de pulgada)	H \leq 4 milésimas de pulgada	4 milésimas de pulgada < H \leq 8 milésimas de pulgada	8 milésimas de pulgada < H
Tolerancia D (μm)	± 15	± 25	± 50

Tabla 7

1) Factores primarios de importancia para el control de la impedancia son el ancho de línea/la altura de línea/la constante dieléctrica/el espesor del cobre. Una variación del valor DK del dieléctrico/espesor del cobre tiene poca influencia sobre el valor de la impedancia, dando lugar a una variación de aproximadamente 1 ohmio y por lo tanto, la influencia de los dos factores puede ser despreciable.

2) Considerando las características del proceso de fabricación, la altura de la capa es sustancialmente reducida debido a que los materiales básicos han de desplazarse para rellenar vías y para rellenar áreas libres de cobre en la laminación. Si el espesor de material de la tarjeta supera el espesor de diseño, el espesor excesivo quedará dentro del margen de tolerancia de diseño. Después del relleno de vías y del área libre de cobre mediante laminación, se puede reducir el espesor del material de tarjeta excesivamente grueso. Como un conjunto, el espesor del material de la tarjeta no alcanzará la tolerancia positiva y es posible considerar solamente el margen de tolerancia negativo.

3) Considerando el proceso de fabricación, un ancho de línea resultante es siempre inferior al ancho de línea de diseño debido al rebaje y por lo tanto, es posible considerar solamente una influencia del ancho de línea tomando la tolerancia negativa con respecto al valor de impedancia objetivo.

4) Normalmente, se puede deducir del análisis anterior que el ancho de línea se hace más pequeño y la altura de la capa se hace también más pequeña. Cuanto más pequeño sea el ancho de línea, tanto mayor será la impedancia y cuanto más pequeño sea el espesor de la capa, tanta más baja será la impedancia. Por lo tanto, los errores en dos direcciones tendrán influencia complementaria sobre la impedancia. De este modo, el margen de tolerancia máximo de un factor único dará lugar a una influencia máxima sobre la impedancia.

4.2 Estructura de microbanda y condiciones de cálculo de la impedancia

Con referencia a la Figura 16 que ilustra un diagrama esquemático de una estructura de microbanda de la tarjeta HDI de cuatro capas con vías mecánicas. La herramienta de cálculo es CITS25 Versión 2004.

Los valores de diseño y los valores de control de la impedancia de una microbanda de 50 ohmios, para la tarjeta HDI de cuatro capas, con vías mecánicas, se ilustra en la tabla 8 siguiente para fines de referencia.

Altura del laminado H (milésimas de pulgada)	8	8	12	12
Ancho de línea W1 (milésimas de pulgada)	15,5	15,5	23,5	23,5
Tolerancia del ancho de línea	$\pm 20\%$	+ 20/- 15%	$\pm 20\%$	+ 20/-15%
Tolerancia de la altura de la capa (μm)	± 25	± 25	± 25	± 25
Impedancia objetivo y tolerancia (ohmios)	50 \pm 7	50 \pm 5	50 \pm 7	50 \pm 5

Tabla 8

En donde H indica la altura intercapa entre la microbanda y una capa de referencia;

W indica una anchura de la parte superior de la microbanda;

W1 indica una anchura de la parte inferior de la microbanda;

T indica un espesor de la microbanda.

4.3 Estructura de la banda y condición de cálculo de la impedancia

Con referencia a la Figura 17 que ilustra un diagrama esquemático de una estructura de banda de la tarjeta HDI de cuatro capas con vías mecánicas, la herramienta de cálculo es CITS25 Versión 2004.

5 Los valores de diseño y los valores de control para la impedancia de una capa de 50 ohmios se ilustran en la tabla 9 siguiente para referencia.

Altura de capa H (milésimas de pulgada)	17,2	15,5
Altura de capa de laminado (milésimas de pulgada)	8	8
Espesor de material <i>prepreg</i> H1 (milésimas de pulgada)	8	6,3
Ancho de línea W1 (milésimas de pulgada)	7	5
Tolerancia del ancho de línea	+ 20%	+ 20%
Tolerancia H de altura de la capa (μm)	+ 50	+ 50
Impedancia objetivo y tolerancia (ohmios)	50 \pm 5	50 \pm 5

Tabla 9

10 En donde: H indica la altura intercapa entre capas de referencia;

H1 indica una altura intercapa entre la banda y una capa de referencia inferior;

15 W indica la anchura de la parte superior de la banda;

W1 indica una anchura de la parte inferior de la banda y

T indica un espesor de la banda.

20 5. Análisis de fiabilidad y validación

25 Dos laminados se utilizan para la tarjeta de cuatro capas con vías ciegas mecánicas. Debido a la hoja de cobre laminada sobre ambas superficies de los laminados, la planeidad de los laminados es bastante superior a la del material *prepreg* en el caso de alta temperatura y alta presión. Un laminado grueso presenta mejor resistencia de anti-alta temperatura y anti-alta presión que un laminado delgado. Por lo tanto, la planeidad de la tarjeta de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, es superior a la de una estructura de HDI convencional (v.g., una tarjeta de seis capas de estructura 1+4+1 o 1+1+2+1+1 con vías practicadas por láser, que suele incluir una sola capa de laminado) y presenta también un mejor rendimiento de anti-alta temperatura.

30 Las descripciones anteriores son meramente ilustrativas del método de diseño de tarjetas de circuito impreso y en correspondencia, se proporcionan dos estructuras de tarjetas de circuito impreso según las formas de realización de la invención.

35 1. Tarjeta HDI de cuatro capas con vías ciegas practicadas con láser

Haciendo referencia a la Figura 5, se muestra un diagrama esquemático de una tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas con vías ciegas practicadas por láser, según una forma de realización de la invención.

40 La tarjeta de circuito impreso, según la forma de realización de la invención, incluye cuatro capas, que comprenden dos capas superficiales exteriores, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40 y dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30 y un material dieléctrico se lámina entre cada una de las cuatro capas y su capa adyacente. La tarjeta de circuito impreso comprende, además, una vía ciega 50, una vía enterrada 60 y una vía pasante 70. Conviene señalar que una de las formas estructurales de la tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas, con vías ciegas practicadas por láser, se ilustra aquí solamente a modo de ejemplo, pero

45 la invención no estará limitada a este respecto. La primera capa (capa 1) 10 puede referirse también como la capa superior y la cuarta capa (capa 4) 40 se puede referir también como la capa inferior. El material dieléctrico incluye el material *prepreg*, el laminado, etc., y el material *prepreg* suele ser FR4.

50 2. Tarjeta HDI de cuatro capas con vías mecánicas

Haciendo referencia a la Figura 12, se muestra un diagrama esquemático de una tarjeta de circuito impreso HDI de cuatro capas con vías ciegas mecánicas, según una forma de realización de la invención.

55 La tarjeta de circuito impreso, según la forma de realización de la invención, comprende cuatro capas que incluye dos capas superficiales exteriores, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40 y dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30 y un material dieléctrico es laminado entre cada una de las cuatro capas y su capa adyacente. La tarjeta de circuito impreso comprende, además, vías ciegas mecánicas 50 y

vías pasantes 70. Conviene señalar que una de las formas estructurales de la tarjeta PCB de cuatro capas, con vías ciegas mecánicas, se ilustra simplemente a modo de ejemplo, pero la invención no estará limitada a este respecto. La primera capa (capa 1) 10 se puede referir, además, como la capa superior y la cuarta capa (capa 4) 40 se puede referir también como la capa inferior. El material dieléctrico incluye el material *prepreg*, el laminado, etc., y el material *prepreg* suele ser FR4.

Con referencia a las Figuras 5 y 12, las dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30 se utilizan para disponer líneas de señales y las líneas de señales están cableadas en las capas interiores sobre una base de área. Los cableados en las dos capas interiores se dividen en áreas estrictamente por funciones, incluyendo un área de señal de radiofrecuencia y un área de señal digital, ambas dispuestas, respectivamente, dentro de una cavidad/caja de blindaje. El área en la capa adyacente, que corresponde a los cableados, está dispuesta con una hoja de cobre de masa con un área importante o dispuesta verticalmente con poco cableado.

Las dos capas superficiales, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40 suelen estar dispuestas sin ningún cableado o con los menos cableados posibles. Cuando una de las capas superficiales exteriores actúa como un lado de adaptación de teclado, la otra actúa como un lado de adaptación de dispositivos.

En el caso de que la primera capa (capa 1) sea el lado de adaptación del teclado y la cuarta capa (capa 4) 40 es el lado de adaptación de dispositivos, en tal caso, se utiliza la segunda capa (capa 2) 20 adyacente a la primera capa (capa 1) 10 para la disposición de líneas de señales de radiofrecuencia, líneas de señales de alimentación, líneas de señales de reloj y líneas de señales de audio.

La línea de alimentación principal está dispuesta a lo largo de un borde de tarjeta en la capa inferior adyacente al lado de adaptación del teclado, dos capas adyacentes están dispuestas con hojas de cobre de masa con un área importante y las hojas de cobre de masa, en diferentes capas, están en buena conectividad entre sí. Otras líneas de alimentación evitan el solapamiento vertical con el soporte de conexión PAD de teclado. La línea de señales de audio cableadas corresponden a una parte del lado de adaptación del teclado, que está provisto de cobre de masa con un área importante y se mantienen separadas del soporte PAD de teclado y una parte de la otra capa interior adyacente es una hoja de cobre de masa completa. Las líneas de señales de reloj cableadas corresponden a una parte del lado de adaptación del teclado, que está dispuesto con un cobre de masa con un área importante y se mantienen separadas del soporte PAD del teclado y una parte de la otra capa interior adyacente es una hoja de cobre de masa completa.

La tercera capa (capa 3) 30 adyacente a la cuarta capa (capa 4) 40 se utiliza para la disposición de buses de datos y de líneas de señales multimedia. Las líneas de señales de radiofrecuencia pueden disponerse también en esta capa.

Los buses de datos están cableados en la misma capa y una línea corta de capa superficial se utiliza para la conmutación de capas en el caso de un cruce de los buses de datos. En general, los buses de datos existentes no se distinguen por categorías ni por reagrupamiento, pero en las tarjetas de circuito impreso según las formas de realización de la invención, los buses de datos se reagrupan por categorías y se cablean por grupos y dichos grupos están aislados entre sí a través de una línea de masa, con lo que se reduce la diafonía. La línea de masa para aislamiento está interconectada con la masa que presenta un área importante y una masa en otras capas. Las líneas de señales multimedia están también cableadas en la misma capa, reagrupadas por categorías y cableadas por grupos y dichos grupos están aislados entre sí a través de una línea de masa.

En una tarjeta HDI de seis capas existente, una de las capas interiores puede funcionar como una masa primaria proporcionando, de este modo, una masa de corriente de retorno completa con un área importante y por lo tanto, se puede reducir la diafonía entre señales. En cambio, una tarjeta HDI de cuatro capas incluye solamente dos capas interiores y no es factible tener una de las capas interiores actuando como una masa primaria; dicho de otro modo, no se puede proporcionar ninguna masa primaria completa en cualquier capa. En consecuencia, un problema importante de la tarjeta de cuatro capas es una hoja de cobre incompleta de la masa primaria, que da lugar a una ruta de corriente de retorno discontinua e incompleta de señales de alta velocidad, de modo que la diafonía de la señal se produzca de forma probable. En las tarjetas de circuito impreso, según la forma de realización de la invención, las dos capas superficiales exteriores, esto es, la primera capa (capa 1) 10 y la cuarta capa (capa 4) 40 están dispuestas con cableados los menos posibles y están interconectadas mediante vías pasantes que actúan juntas como una masa de referencia primaria, que proporciona las dos capas interiores, esto es, la segunda capa (capa 2) 20 y la tercera capa (capa 3) 30, respectivamente, con una masa de corriente de retorno primaria, de modo que se puede proporcionar una ruta de corriente de retorno completa y se puede reducir la diafonía de las señales. Una vez terminado el cableado, todas las áreas vírgenes se dispersan con la masa y parches conductores de la hoja de cobre de masa se interconectan con la hoja de cobre de masa de área importante a través de vías de masa suficientes.

Como puede deducirse de lo anterior, en las soluciones de diseño para reducción de capas de una tarjeta de circuito impreso, dada a conocer en las formas de realización de la invención, las líneas de señales están cableadas sobre una base de área en las capas interiores adyacentes a las capas superficiales exteriores; las capas superficiales exteriores están dispuestas sin ningún cableado o con pocos cableados y están interconectadas como una masa primaria a través de las vías pasantes y los parámetros del ancho de línea y de la altura de la capa se establecen para controlar el valor de la impedancia objetivo. Las dos capas interiores principalmente para cableado son cada una adyacente a las capas superficiales exteriores respectivas, con una distancia intercapa corta entre ellas y las capas superficiales exteriores

están dispuestas sin ningún cableado o con poco cableado; por lo tanto, las capas superficiales exteriores se pueden interconectar a través de vías pasantes para proporcionar una masa de corriente de retorno adecuada para las respectivas capas interiores adyacentes, reduciendo así la diafonía de señal. Además, la distancia intercapa entre las dos capas interiores es bastante superior (≥ 2 veces, preferentemente, ≥ 3 veces) la distancia desde las dos capas interiores a las respectivas capas superficiales exteriores más próximas, como resultado, en función de la deducción de la teoría en la distribución espacial del campo electromagnético, la diafonía entre cableados, en las dos capas interiores dispuestas con dicha distancia, puede ser bastante inferior a la diafonía entre los cableados en las capas interiores y las de la respectiva capa superficial más próxima. Considerando que la consistencia (o referida como continuidad) del control de la impedancia en las líneas de señales de radiofrecuencia cableadas es preferente sobre el valor objetivo de control de la impedancia resultante, la consistencia del ancho de línea y de la altura de la capa se puede regular con el fin de controlar indirectamente el valor objetivo de control de la impedancia resultante. El valor objetivo de control de la impedancia resultante puede garantizarse si solamente el ancho de línea/la altura de capa alcanza el parámetro de diseño. Por lo tanto, las soluciones de diseño para reducción de capas de una tarjeta de circuito impreso, según las formas de realización de la presente invención, pueden controlar razonablemente la diafonía de señal y permitir un control de la impedancia, con el fin de reducir, en gran medida, el coste de fabricación al mismo tiempo que se mantienen los rendimientos esenciales de la tarjeta de circuito impreso multicapa original.

Además, los buses de datos y las líneas de señales multimedia se reagrupan por categorías y son cableadas por grupos y los reagrupamientos están aislados entre sí a través de una línea de masa con lo que se reduce todavía más la posible diafonía de señal.

La tarjeta madre, según las formas de realización de la invención, ha sido descrita en detalle con anterioridad. Las formas de realización de la invención han sido aquí establecidas a modo de dos ejemplos específicos y las descripciones de las formas de realización son para conocer mejor la invención. Además, modificaciones a las formas de realización y aplicaciones de la invención se pueden realizar por los expertos en esta materia sobre la base de las formas de realización de la invención. En consecuencia, las descripciones no deberán interpretarse como limitadoras del alcance de protección que se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una tarjeta madre de un producto terminal, que comprende un circuito integrado de núcleo de un módulo de banda de base o módulo de radiofrecuencias, en donde:
- la tarjeta madre del producto terminal es una tarjeta de circuito impreso de cuatro capas, que comprende capas superficiales (10, 40) y dos capas interiores (20, 30) entre las capas superficiales;
- 10 las capas superficiales (10, 40) comprenden una capa superior y una capa inferior que constituyen, respectivamente, una capa de masa de referencia primaria compuesta por una hoja de masa de cobre con un área importante y las hojas de masa de cobre, con un área importante, de la capa superior y de la capa inferior están interconectadas mediante vías pasantes y las capas interiores (20, 30) son capas de cableado primarias, en donde las áreas de cableado están divididas por funciones;
- 15 **caracterizada por que:**
- una distancia entre las capas interiores (20, 30) es al menos el doble de la distancia entre cada una de las capas superficiales (10, 40) y las capas interiores (20, 30) adyacentes a la capa superficial y
- 20 el área de cableado, al nivel de cada una de las capas interiores (20, 30), corresponde al área de las hojas de masa de cobre de una superficie importante al nivel de una capa adyacente a la capa interior (20, 30) o a líneas de propagación verticalmente dispuestas en la capa adyacente a la capa interior (20, 30);
- 25 en donde la hoja de cobre de masa con un área importante es un área en una capa de referencia, que es un área saliente en la capa de referencia de una capa de cableado en una capa relacionada, y es una región con una hoja de cobre de masa completa.
- 30 2. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 1, donde la tarjeta de circuito impreso de cuatro capas comprende además:
- unas capas de material preimpregnado entre las capas superficiales (10, 40) y las capas internas (20, 30) respectivas; y una capa de material preimpregnado adicional entre las capas interiores (20, 30).
- 35 3. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 1 o 2, en donde un área virgen en las capas interiores (20, 30) distinta a las áreas de cableado está puesta a masa.
- 40 4. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 3, en donde dispositivos internos a cada módulo funcional están dispuestos en una dirección de propagación de una señal de circuito y un área de radiofrecuencias y un área digital están dispuestas, respectivamente, dentro de una estructura de blindaje.
- 45 5. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 4, en donde para impedancia de un cableado de radiofrecuencia, la uniformidad de un ancho de línea, de una distancia intercapa, de un valor dieléctrico DK y/o de un espesor de cobre se controlan con el fin de regular indirectamente la continuidad de la impedancia del cableado de radiofrecuencias.
- 50 6. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 3 a 5, en donde las capas superficiales (10, 40) de la placa madre del producto terminal están dispuestas con cableados establecidos dentro de una estructura de blindaje.
- 55 7. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 3 a 6, en donde líneas de alimentación principales están dispuestas en las capas interiores (20, 30), cableadas a lo largo de un borde de la tarjeta y aisladas del borde de la tarjeta por una línea de masa.
- 60 8. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 3 a 7, en donde la capa superior está dispuesta como un lado de adaptación del teclado del producto terminal y la capa inferior está dispuesta como un lado de adaptación del dispositivo primario del dispositivo terminal.
- 65 9. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde líneas de audio están dispuestas al nivel de la capa interior adyacente a la capa superior y corresponden al lado de adaptación del teclado y se mantienen separadas de un soporte de conexión del teclado.
- 10 10. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde líneas de audio están dispuestas en la capa interior adyacente a la capa inferior y se mantienen separadas de los soportes de conexión de terminales del dispositivo de señales de alta velocidad y señales de alimentación en el lado de adaptación del dispositivo primario.

11. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde líneas de audio están aisladas de las líneas de señales próximas al nivel de la misma capa por una línea de masa.
- 5 12. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde líneas de reloj están dispuestas en la capa interior adyacente a la capa inferior y se mantienen separadas de los soportes de conexión de terminales de dispositivo asociadas a señales de gran velocidad y a señales de alimentación en el lado de adaptación del dispositivo primario.
- 10 13. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde líneas de datos están dispuestas a nivel de la capa interior adyacente al lado de adaptación del dispositivo primario e incluyen, por categorías, líneas de datos LCD, líneas de interfaz, líneas JTAG, líneas de puerto serie, líneas de tarjeta UIM y líneas de teclado, estando las líneas de datos reagrupadas por categorías y cableadas por grupos y estando los grupos aislados entre sí por una línea de masa.
- 15 14. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la tarjeta madre, que posee una estructura laminada de tipo 1+2+1 que incluye una tarjeta de doble cara intercalada, con dos de sus lados laminados, respectivamente, con un material preimpregnado, denominado *prepreg*, y una hoja de cobre, una vía ciega realizada en la tarjeta madre siendo una vía ciega (55) practicada por láser y una vía enterrada (60) y una vía pasante siendo vías obtenidas por medios mecánicos (70).
- 20 15. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 14, en donde la tarjeta madre del producto terminal está provista de al menos un dispositivo de empaquetado BGA cuyo paso de terminales se selecciona entre cualquiera o la combinación de valores de 1 mm, 0,8 mm, 0,65 mm, 0,5 mm y 0,4 mm.
- 25 16. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 14 o 15, en donde los espesores entre las capas superficiales (10, 40) y las capas interiores (20, 30) adyacentes respectivas están comprendidos entre 60 μm y 80 μm .
- 30 17. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 14, 15 o 16, en donde un espesor de un dieléctrico entre las capas interiores (20, 30) es superior o igual a 0,1 mm y el espesor total de la tarjeta madre es inferior o igual a 1,6 mm.
- 35 18. La tarjeta madre de un producto terminal según una de las reivindicaciones 1 a 13, en donde la tarjeta madre presenta una estructura laminada de tipo 2+2 que incluye dos tarjetas de doble cara separadas por una capa de material preimpregnado, *prepreg*, una vía ciega realizado en la tarjeta madre siendo una vía ciega (55) practicada por medios mecánicos y una vía enterrada (60) y una vía pasante (70) siendo vías realizadas por medios mecánicos.
- 40 19. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 18, en donde la tarjeta madre del producto terminal está provista de al menos un dispositivo de empaquetado BGA, estando la vía ciega practicada por láser en un área del empaquetado BGA que está dispuesta bajo un soporte de conexión del dispositivo de empaquetado BGA y una hoja de masa de cobre de un área importante colocada en un área de BGA siendo una hoja de malla de cobre.
- 45 20. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 18 o 19, en donde la distancia entre las capas superficiales y las capas interiores adyacentes respectivas es superior o igual a 0,1 mm.
21. La tarjeta madre de un producto terminal según la reivindicación 18, 19 o 20, en donde el espesor total de la tarjeta madre es inferior o igual a 2 mm.

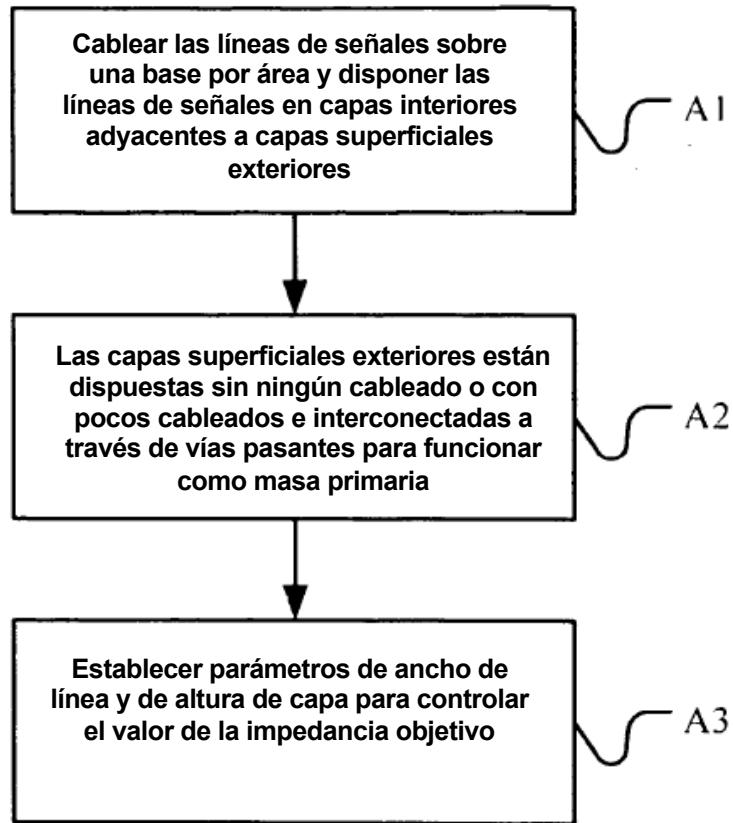


Figura 1

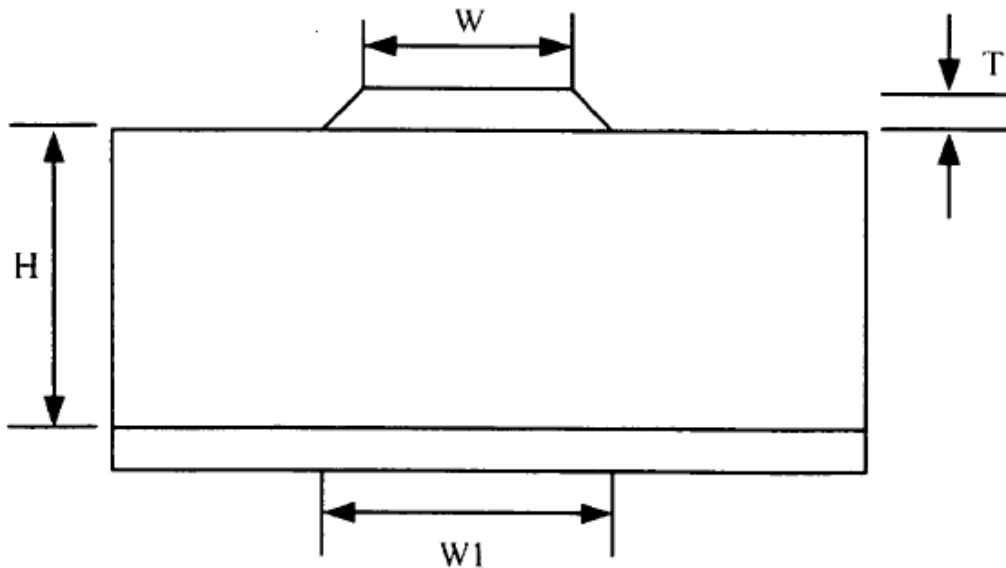


Figura 2

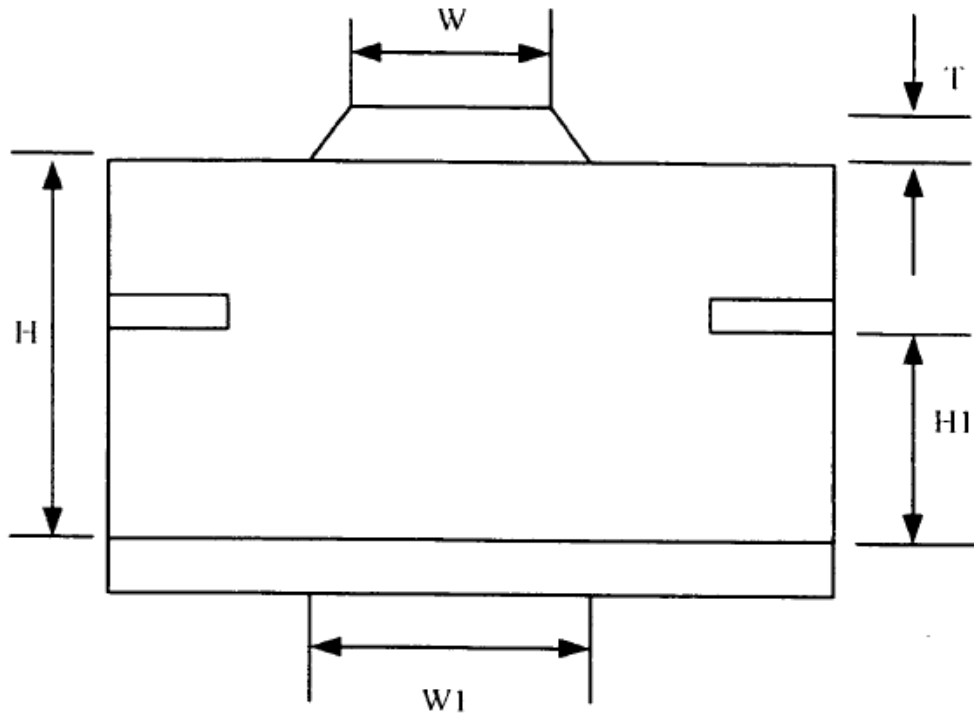


Figura 3

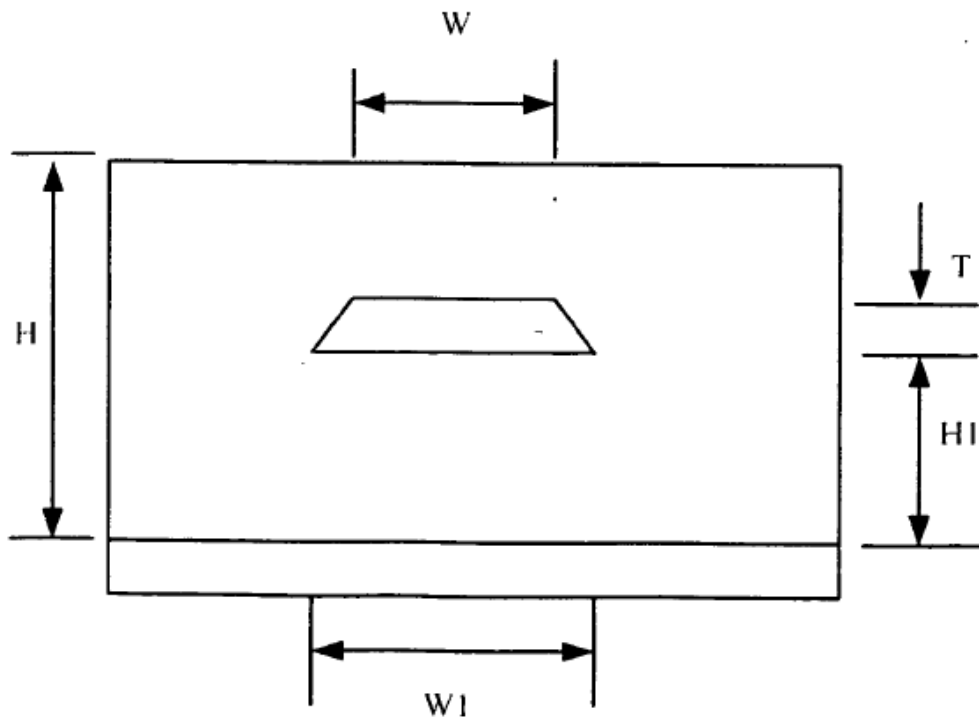


Figura 4

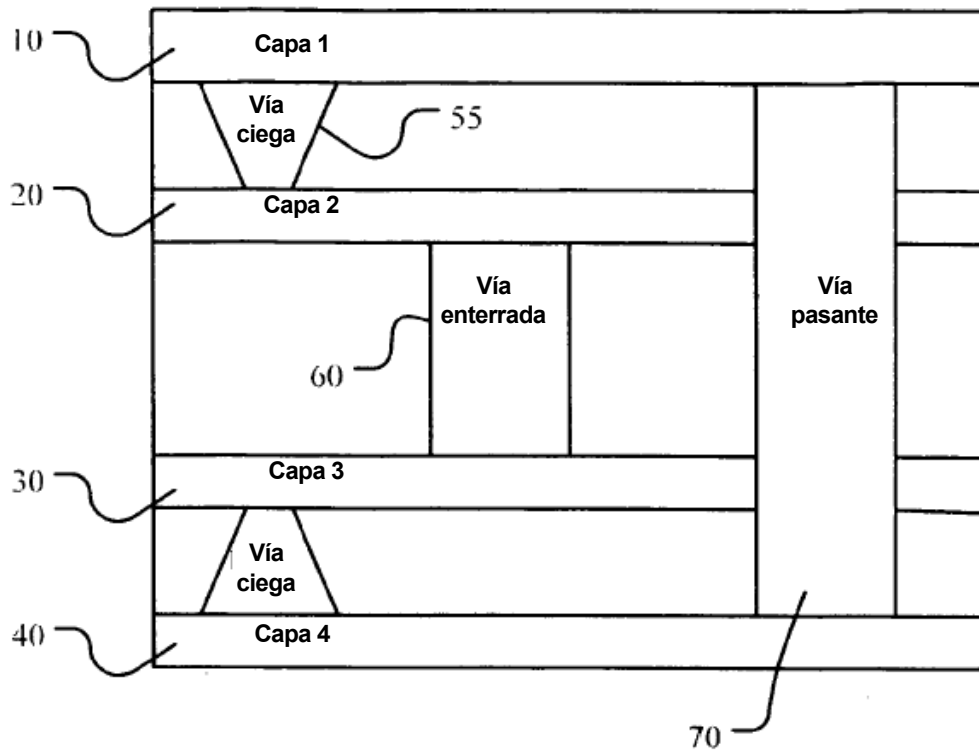


Figura 5

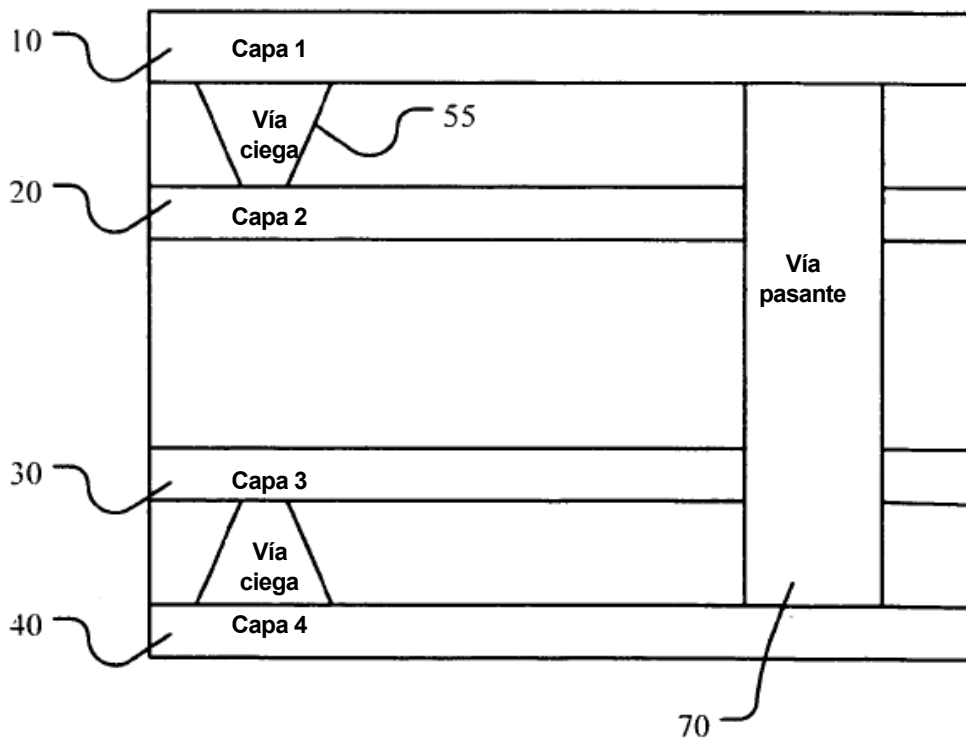


Figura 6

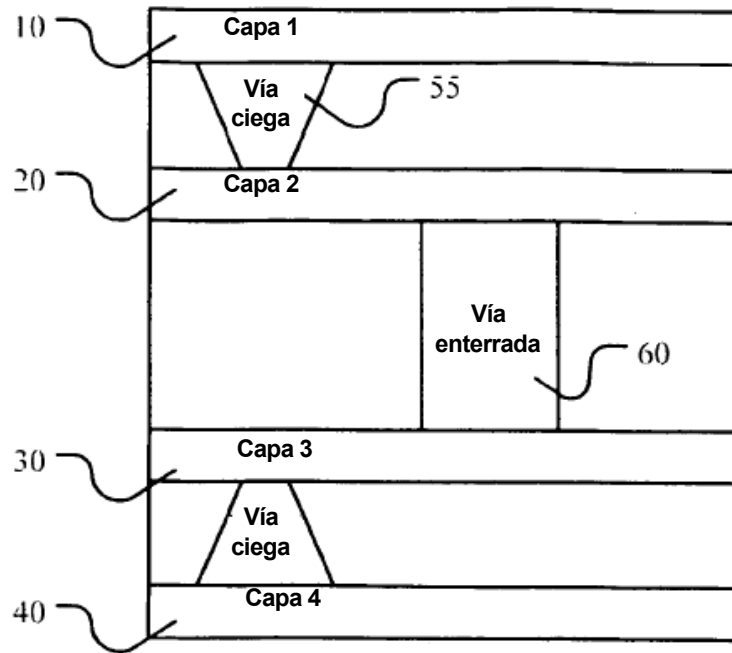


Figura 7

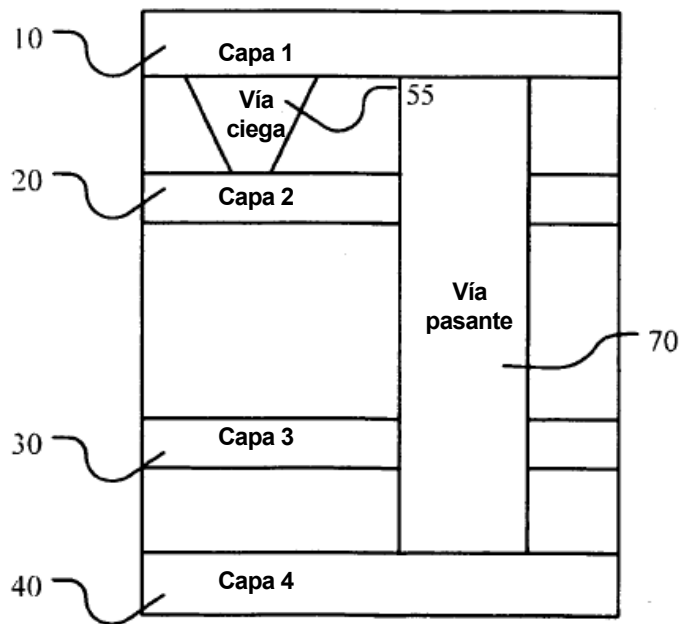


Figura 8

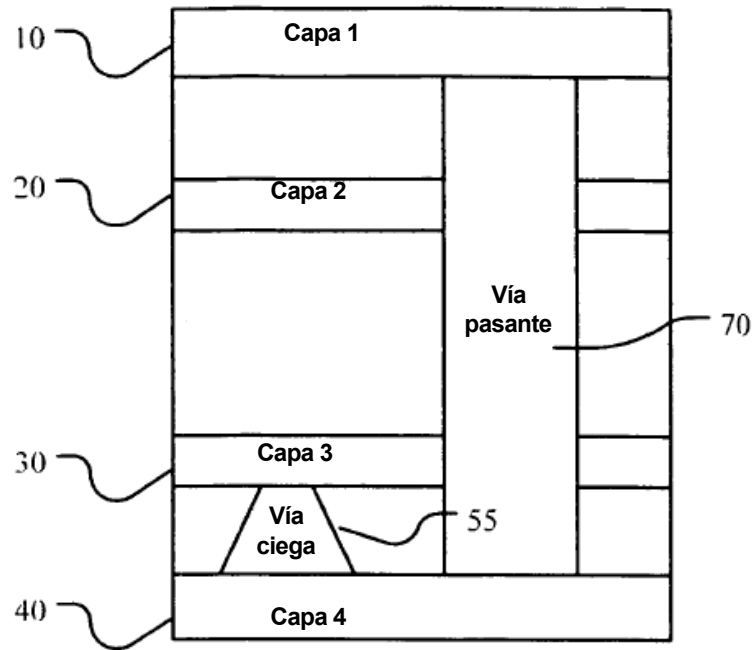


Figura 9

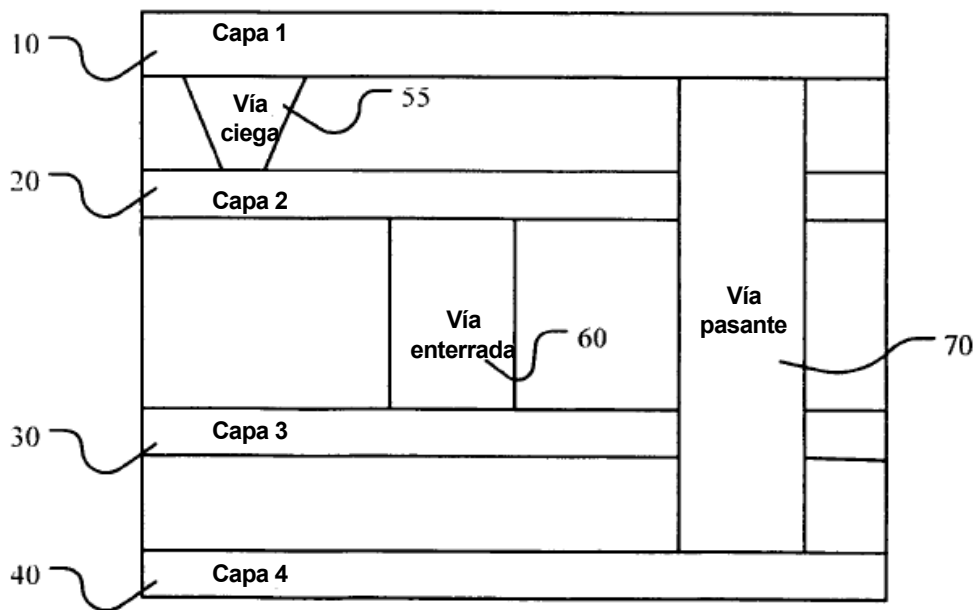


Figura 10

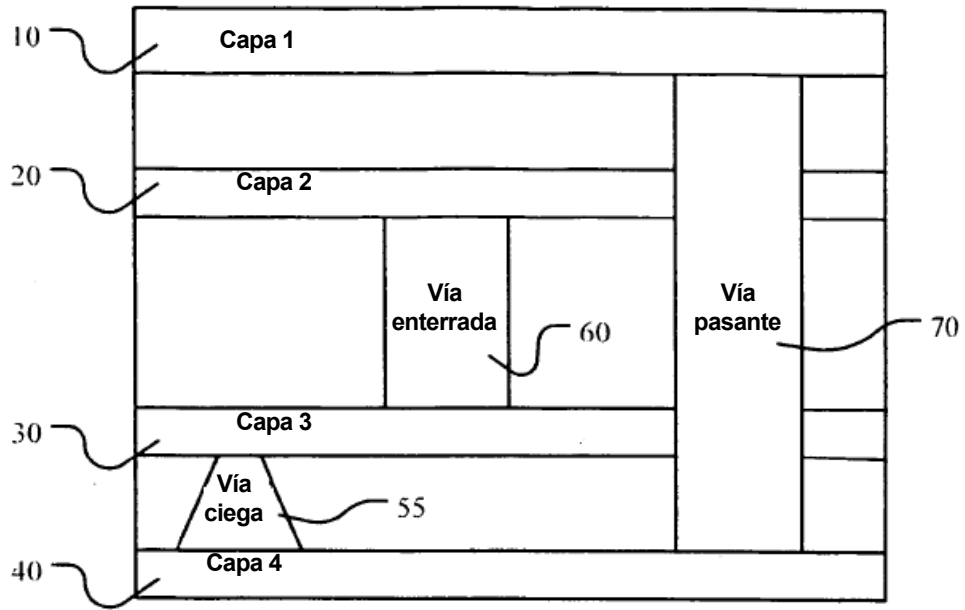


Figura 11

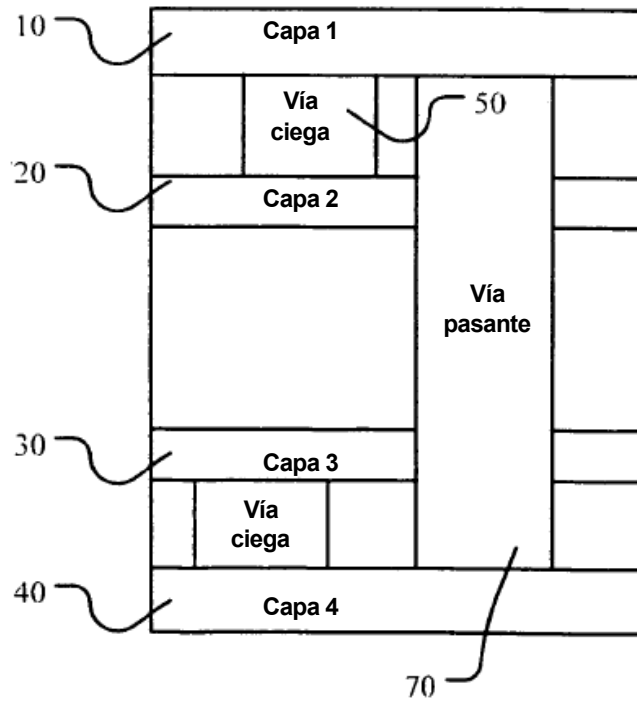


Figura 12

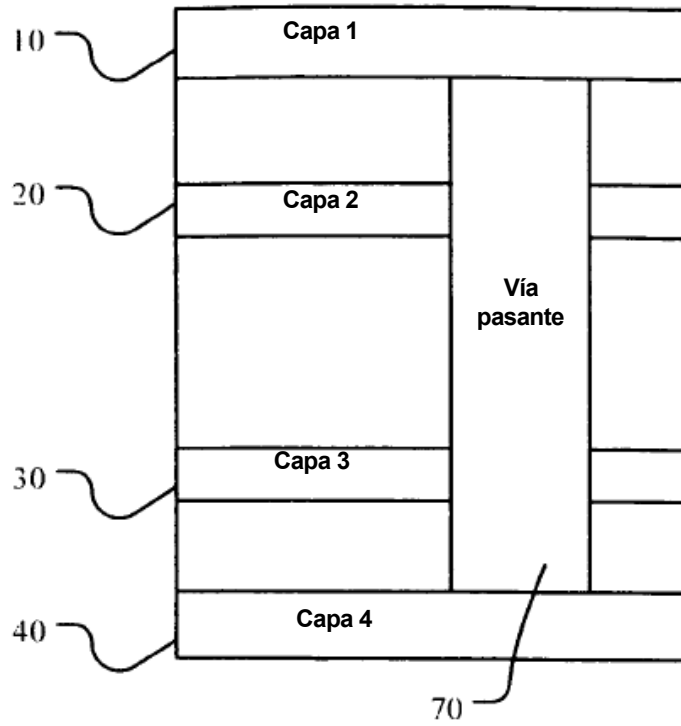


Figura 13

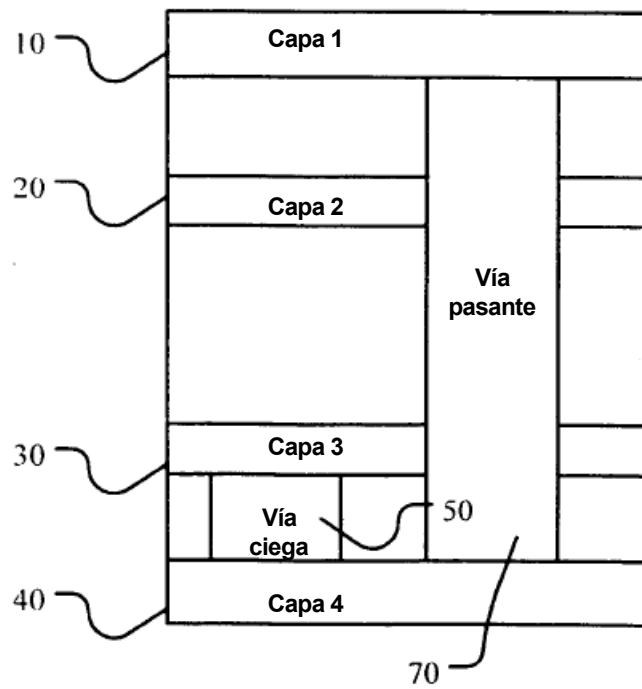


Figura 14

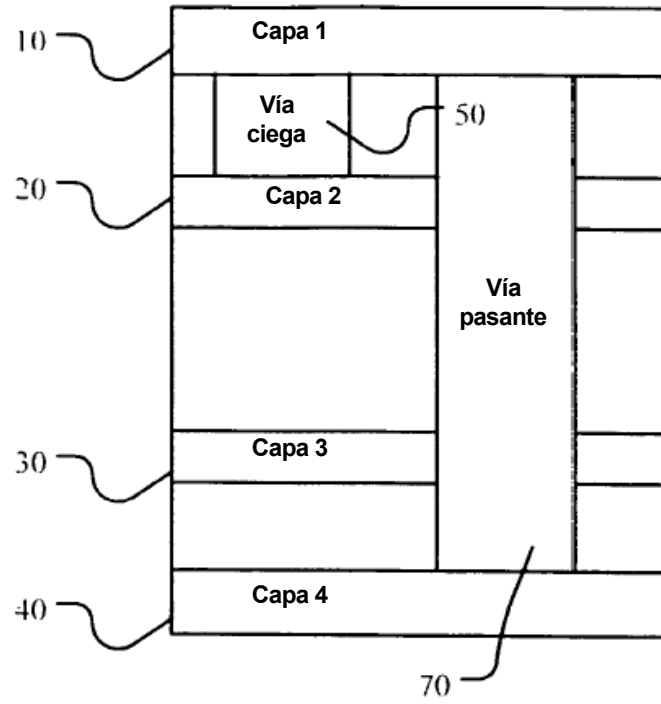


Figura 15

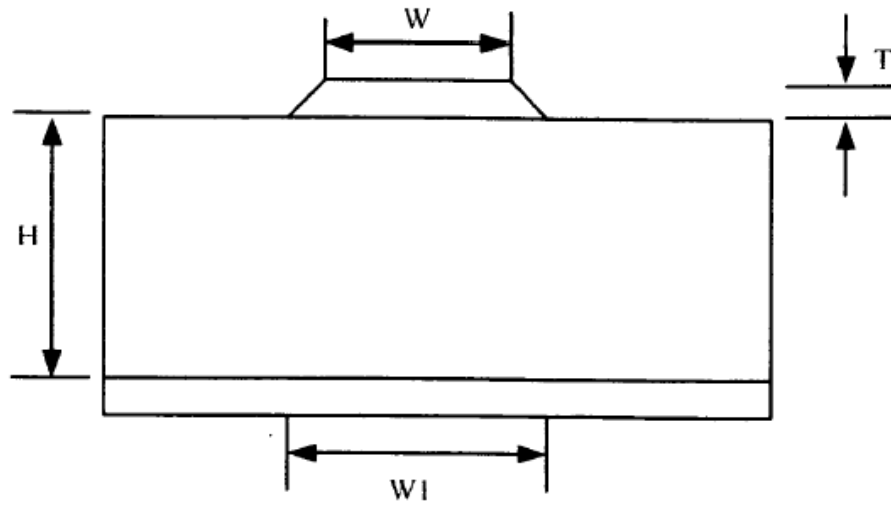


Figura 16

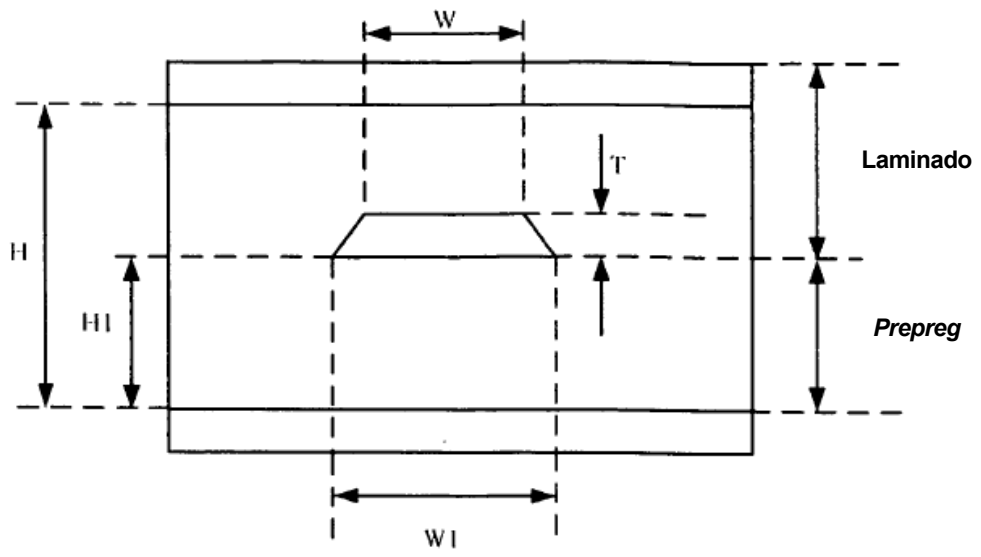


Figura 17