



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 408**

51 Int. Cl.:

H01P 3/08 (2006.01)

H01P 5/12 (2006.01)

H01P 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06738214 .3**

96 Fecha de presentación : **13.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1869724**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54

Título: **Módulo de circuitería.**

30

Prioridad: **11.03.2005 US 77935**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.10.2011

73

Titular/es: **MERRIMAC INDUSTRIES, Inc.**
41 Fairfield Place
West Caldwell, New Jersey 07006, US

72

Inventor/es: **Logothetis, James, J.**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 365 408 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

Módulo de circuitería

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica prioridad con respecto a la solicitud de patente estadounidense nº 11/077.935, presentada el 11 de marzo de 2005 y titulada "Circuitry Module", que es una continuación en parte de la solicitud de patente estadounidense nº 10/659.542, presentada el 10 de septiembre de 2003 y titulada "Coupler Resource Module".

Antecedentes de la invención

10 El desarrollo de medios planares de transmisión a comienzos de la década de 1950 tuvo un impacto fundamental en los circuitos de microondas y en la tecnología de encapsulado de componentes. La tecnología del circuito impreso de microondas y las teorías analíticas de apoyo para la línea de cinta y la microcinta se dieron a un ritmo rápido. Los primeros años de diseño de circuitos de líneas de cinta se dedicaron casi por entero al diseño de circuitos pasivos, como acopladores direccionales, divisores de potencia, filtro y redes de alimentación de antenas. Las primeras implementaciones estaban alojadas en alojamientos metálicos voluminosos y conectadas mediante conectores coaxiales.

15 Para reducir el tamaño y el peso, se desarrollaron acopladores sin cubierta y sin conectores. Estas implementaciones posteriores se denominaban a veces "filmébridos" e incluían conjuntos laminados de líneas de cinta unidos entre sí por fusión, o con películas termoplásticas o termoendurecibles. Siguió mejoras adicionales en campos como los materiales dieléctricos usados en estos dispositivos y en el propio procedimiento de fabricación de los circuitos de microondas. Puede encontrarse una perspectiva histórica del desarrollo y las aplicaciones de los circuitos integrados de microondas en "Microwave Integrated Circuits - An Historical Perspective", de H. Howe, Jr., IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-32, pp. 991-996, septiembre de 1984, y en "Microwave Printed Circuits - The Early Years", de R. M. Barrett, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-32, pp. 983-990, septiembre de 1984.

20 Los componentes de líneas de cinta y de microcintas vienen integrándose para diversas aplicaciones en alojamientos y encapsulados, así como monolíticamente sobre un sustrato común. Los procedimientos de integración y encapsulado afectan a la interfaz y la instalación del sistema, así como a la capacidad del módulo para soportar las temperaturas posteriores al procesamiento (es decir, la posfabricación del componente de líneas de cinta y de microcintas) y a la capacidad de gestión térmica operativa del módulo (es decir, su capacidad de transferencia térmica). Las técnicas comunes para la integración de componentes exigen que se unan entre sí usando, por ejemplo, compuestos epoxi, adhesivos y soldadura. En algunos casos, un módulo que use compuestos epoxi, adhesivos, soldadura y/u otros agentes aglomerantes estará sometido a etapas subsiguientes de procesamiento que exponen al módulo a temperaturas elevadas y a otras condiciones de procesamiento. Estas etapas subsiguientes de procesamiento deben ser compatibles con el agente aglomerante y con el material usado en la formación de los módulos. Por ejemplo, cuando se forma un módulo usando compuestos epoxi, adhesivos y soldadura convencionales, puede ser preciso evitar una alta temperatura posterior al procesamiento, ya que puede causar el deterioro en la unión del módulo.

25 Se desean módulos planares de acoplamiento y procesamiento de señales que puedan ser sometidos a un abanico más amplio de procesos de fabricación y que retengan su integridad bajo los mismos. En consecuencia, existe la necesidad de integrar circuitería acopladora, estructuras de bloqueo de CC, redes de adaptación de la impedancia, estructuras de desacoplamiento de la polarización y terminaciones de carga de RF en una estructura planar modular que sea capaz de soportar, por ejemplo, un procesamiento a temperaturas elevadas u otras etapas de procesamiento a las que el módulo puede ser sometido después de su fabricación. Tal procesamiento puede ocurrir, por ejemplo, cuando el módulo de microondas se integra con otros componentes en un conjunto de circuitos. Además, existe la necesidad de contar con un circuito de acoplamiento que pueda ser fácilmente personalizado por medio de la adición de componentes de forma posterior a la fabricación del conjunto acoplador.

30 El documento US 2005/051359 A1 describe un módulo acoplador de recursos de capas unidas de sustrato y una capa de reborde metálico. El documento US-B2-6 815 739 da a conocer un sistema de antenas en fase y otros tipos de dispositivos y sistemas de radiofrecuencia que usan conmutadores micromecánicos y una tecnología de cerámica co-sinterizada a baja temperatura. El documento US 2002/196085 A describe un módulo transmisor de alta frecuencia que comprende amplificadores de la potencia de transmisión, circuitos conmutadores, acopladores direccionales y un circuito de filtro de ramificación.

Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Se da a conocer un módulo acoplador que puede ser usado, por ejemplo, para la integración de acopladores de microondas, redes de adaptación de la impedancia, estructuras de desacoplamiento de la polarización, terminaciones de carga de RF y circuitería de amplificación. El módulo, también denominado "módulo de recursos"

en el presente documento, tiene una arquitectura modular de múltiples capas que incluye múltiples capas de circuitos unidas entre sí y, en algunas implementaciones, un reborde metálico. El reborde metálico puede ser usado para la conexión de dispositivos y la gestión térmica y como una interfaz de encapsulado y para la instalación. El módulo de recursos incluye una zona de conexión de dispositivos (también denominada “pozo de recursos” o “cavidad” que atraviesa las capas de sustrato). El pozo de recursos permite la adición de dispositivos al módulo y el acoplamiento de esos dispositivos a circuitería en el módulo de recursos, después de que el propio módulo se haya formado. Es decir, pueden añadirse dispositivos adicionales al pozo de recursos después de que las capas del módulo de recursos se hayan unido. El pozo de recursos incluye puntos de conexión dentro del pozo, a través de los cuales un dispositivo añadido puede tener una conexión de señales con circuitería acopladora formada en las capas dieléctricas del módulo de recursos, y puede ser acoplado al reborde metálico del módulo. Este módulo puede ser usado para proporcionar una plataforma común para diversas aplicaciones de circuitos de microondas y un procedimiento de interfaz e instalación del sistema que ofrece un grado significativo de libertad permitiendo, por ejemplo, un procesamiento de conexión de dispositivos a temperatura elevada, así como una óptima gestión térmica operativa. Esta plataforma común puede ser personalizada añadiendo una amplia variedad de circuitos y elementos de circuito al módulo de recursos y por medio de la adición de circuitos a los contactos al descubierto en una capa superficial. Estos elementos de circuito pueden incluir circuitos de microondas, transistores, diodos varactores, diodos PIN y diodos de Schottky.

En una implementación, el conjunto acoplador incluye múltiples capas de sustrato compuesto y una fusión (opcional) mutua de capas de reborde en una disposición estratificada. Las capas de sustrato están colocadas encima de la capa de reborde e incluyen circuitería integrada fijada de procesamiento de señales (por ejemplo, circuitería de línea de cinta de adaptación de la impedancia) conectada a una entrada de señales y a una salida de señales. Una segunda zona de circuitería “sintonizable” o “ajustable”, por ejemplo circuitería de microcinta de adaptación de la impedancia, está acoplada entre la circuitería integrada fijada de procesamiento de señales y una cavidad formada atravesando una zona de las capas de sustrato. La cavidad deja al descubierto terminales de conexión de señales acoplados a la circuitería integrada ajustable. Estos terminales de conexión de señales están acoplados a la circuitería integrada ajustable y permiten la adición de un elemento de circuito al conjunto después de la unión de las capas de sustrato. La circuitería integrada ajustable está acoplada, además, a la circuitería integrada fijada y permite la adición de elementos de circuito (por ejemplo, resistencias y condensadores) en zonas de contacto sobre la superficie del sustrato para personalizar la circuitería ajustable. El conjunto se configura de tal manera que la circuitería integrada fijada presente una impedancia predeterminada en los terminales de entrada de señales y de salida de señales y presente también unas características predeterminadas de impedancia en la circuitería integrada ajustable. La circuitería integrada ajustable puede ser entonces “sintonizada”, por ejemplo, por medio de la adición de elementos capacitivos y resistivos para permitir la adaptación de la impedancia entre la circuitería integrada fijada y cualesquiera elementos de circuito acoplados dentro del pozo de recursos. Por ello, tal implementación proporciona un módulo que puede ser fácilmente personalizado para la adición de elementos con diferentes impedancias dentro de la cavidad mientras se proporciona un conjunto que presenta una impedancia estandarizada a dispositivos externos.

La implementación puede incluir una o más de las siguientes características. La circuitería integrada de procesamiento de señales (que puede incluir, por ejemplo, circuitería acopladora de microondas, circuitería de adaptación de la impedancia, circuitería de bloqueo de CC, circuitería de desacoplamiento de la polarización y/o terminaciones de carga de RF) puede incluir una primera circuitería de procesamiento de señales acoplada a la entrada de señales y a un primer terminal de conexión de señales al descubierto dentro de la cavidad y una segunda circuitería de procesamiento de señales acoplada a la salida de señales y a un segundo terminal de conexión de señales al descubierto dentro de la cavidad. La cavidad puede estar configurada para recibir un elemento de circuito añadido, como un circuito de microondas, un transistor, un diodo varactor, un diodo PIN, un diodo de Schottky u otros elementos de circuito. También puede haber terminales conductivos al descubierto dentro de la cavidad y acoplados a terminales conductivos en una superficie exterior del conjunto para proporcionar conexiones de señales entre un elemento de circuito añadido a la cavidad y fuentes de señales externas.

Las implementaciones también pueden incluir una o más de las siguientes características. La cavidad puede dejar al descubierto una superficie superior de la capa de reborde que permite el acoplamiento (por ejemplo, acoplamiento eléctrico o térmico) del elemento de circuito añadido a la capa de reborde. La capa de reborde puede estar formada de un núcleo metálico sustancialmente homogéneo. Pueden añadirse revestimientos metálicos (por ejemplo, níquel, oro u otro metal que inhiba la oxidación del núcleo metálico) a las superficies de la capa de reborde. Pueden realizarse interconexiones entre las capas de sustrato usando agujeros metalizados de interconexión.

La fabricación del conjunto de acoplamiento incluye el taladrado de las capas de sustrato para crear una pluralidad de vías y formando cortes en las capas de sustrato. Los cortes están colocados de tal manera que, cuando las capas de sustrato se fusionan en una disposición estratificada, los cortes forman una cavidad que atraviesa las capas de sustrato, dejando al descubierto una superficie superior de una capa inferior (por ejemplo, la capa de reborde). En algunas implementaciones, la capa superior puede cubrir la cavidad durante la unión y ser después taladrada o fresada para “abrir” la cavidad y/o dejar al descubierto zonas de las capas del sustrato inferior, mientras que en otras implementaciones, la capa superior puede ya tener fresadas de antemano la cavidad y/u otras zonas que dejan al descubierto capas inferiores para crear una cavidad abierta y superficies al descubierto de las capas inferiores tras la unión.

Antes de la unión, las superficies de las capas de sustrato se metalizan para formar los elementos de las circuiterías integradas de procesamiento de señales, tanto fijadas como variables, los terminales de entrada y de salida de señales, el terminal de conexión de señales al descubierto dentro de la cavidad y vías conductivas que interconectan las estructuras anteriores cuando la pluralidad de capas de sustrato compuesto se colocan en una disposición estratificada.

5

Los detalles de una o más implementaciones de la invención se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción de más abajo. Otras características, otros objetos y otras ventajas de la invención serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos y a partir de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

- 10 Las Figuras 1 muestran una vista superior, lateral e inferior de un módulo de recursos montado.
- La Fig. 2 es un diagrama de bloques que muestra componentes del circuito de procesamiento de señales que pueden ser incluidos en una implementación del módulo de recursos de la Fig. 1.
- La Fig. 3 es un diagrama de bloques que muestra componentes del circuito de procesamiento de señales que pueden ser incluidos en una implementación alternativa del módulo de recursos de la Fig. 1.
- 15 Las Figuras 4-6 muestran capas metálicas superior e inferior de tres sustratos dieléctricos que implementan el circuito de procesamiento de señales de la Fig. 2.
- La Fig. 7 muestra vistas superior e inferior de una capa de reborde metálico.
- La Fig. 8 muestra una matriz de paneles.
- Las Figuras 9-12 muestran diferentes tipos de líneas de cinta.
- 20 La Fig. 13 muestra una línea de transmisión en varilla rectangular.
- La Fig. 14 muestra una realización alternativa de un módulo acoplador de recursos.
- La Fig. 15 muestra vistas superior, lateral e inferior del módulo acoplador de recursos de la Fig. 14.
- Las Figuras 16-18 muestran capas metálicas superior e inferior de tres sustratos dieléctricos que implementan el circuito de procesamiento de señales de la Fig. 14.
- 25 La Fig. 19 muestra vistas superior e inferior de una capa de reborde metálico.
- La Fig. 20 muestra un conjunto de circuitería completado que incluye un pozo de recursos, circuiterías integradas de procesamiento de señales tanto fijada como ajustable y puntos de conexión de señales que permiten la adición de componentes al conjunto para ajustar las características eléctricas de la circuitería integrada ajustable de procesamiento de señales.
- 30 La Fig. 21 muestra el conjunto de circuitería completado de la Fig. 20 con los componentes 2102-2110 añadidos a los puntos de conexión de señales.
- Las Figuras 22A, 22B, 22C muestran vistas superior, inferior y lateral del módulo de la Fig. 20.
- Las Figuras 23A, 23B, 24A, 24B, 25A y 25B muestran vistas superior e inferior de las capas del módulo de la Fig. 20.
- 35 La Fig. 26A muestra otra implementación de un módulo acoplador configurado de tal manera que pueden añadirse múltiples amplificadores de potencia dentro del pozo de recursos del módulo. La Fig. 26B muestra el módulo de la Fig. 26A con elementos de circuito añadidos a la circuitería de microcinta formada en el módulo.
- Las Figuras 27-30 muestran las capas del módulo de las Figuras 26A y 26B.
- 40 La Fig. 31 muestra una implementación en la cual el módulo está construido de forma dividida.
- La Fig. 32 muestra el módulo de la Fig. 31 con circuitería amplificadora añadida.

Descripción detallada de la invención

Debería hacerse notar que las realizaciones mostradas en las Figuras 1-19 no forman parte de la invención, sino que representan antecedentes que son útiles para entender la invención.

En el presente documento se da a conocer una estructura de "módulo de recursos". En la Fig. 1 se muestran vistas superior, lateral e inferior del módulo. Tal como se muestra en la vista lateral, y con más detalle en las Figuras 4-7, el módulo 100 de recursos puede estar creado a partir de un apilamiento de capas unidas de sustrato y una capa de reborde metálico. Las capas de sustrato están formadas, preferentemente, de politetrafluoroetileno (PTFE), vidrio y cerámica. Cada capa de sustrato puede incluir circuitería en una o ambas caras. La circuitería puede incluir, por ejemplo, acopladores direccionales de microondas y acopladores de 3 dB en cuadratura, redes de adaptación de la impedancia, bloqueos de CC, desacoplamiento de la polarización y terminaciones de carga de RF. La capa de reborde permite el montaje del recurso y propiedades térmicas mejoradas.

Las Figuras 2 y 3 son diagramas de bloques para implementaciones diferentes del módulo de recursos. El diagrama de bloques de la Fig. 2 muestra la circuitería 200, que está formada en las capas de sustrato de las Figuras 4-6. Se dará un ejemplo de cómo opera este circuito para el caso de 12,5 ohmios, aunque ocurre una operación similar para circuitos con otros valores de impedancia. El ejemplo mostrado es para el caso de acopladores de 3 dB; sin embargo, pueden componerse otras redes usando acopladores con otros valores de acoplamiento. En las figuras usadas a lo largo de toda esta revelación, los elementos numerados idénticamente hacen referencia a la misma estructura (ya sea, por ejemplo, en forma del diagrama de bloques de las Figuras 2 y 3 o en las formas de las capas dieléctricas y de reborde de las Figuras 4-7). La circuitería mostrada en el diagrama de bloques de la Fig. 2 puede usarse cuando la impedancia en la entrada 15 y en la salida 16 sea diferente de la impedancia de los dispositivos añadidos al pozo 17 de recursos. En particular, la circuitería 200 es para una implementación en la que las entradas y las salidas están a 50 ohmios y el módulo permite la conexión de dispositivos de 12,5 ohmios en el pozo 17 de recursos. La circuitería en el diagrama de bloques de la Fig. 3 es para una implementación en la cual las impedancias de la entrada, la salida y los recursos conectados son la misma. Los elementos de circuito mostrados en la Fig. 3 son sustancialmente idénticos a los de la Fig. 2, salvo que el diagrama de bloques de la Fig. 3 carece de los elementos transformadores 1, 14 de la Fig. 2. Las capas de sustrato para implementar el circuito 300 siguen las del circuito 200 de la Fig. 2.

El circuito 200 recibe una señal de entrada de RF en el terminal 15. La señal de entrada es transformada de 50 ohmios a 12,5 ohmios por el transformador 1, y la señal 22 de salida es dividida entonces por un primer acoplador 2. Las dos señales resultantes en 24, 25 son suministradas entonces por medio de acopladores individuales 4, 5, respectivamente. Los acopladores 4, 5 llevan a cabo funciones de bloqueo de CC. Ahora hay disponibles dos señales 26, 27 de RF en los terminales 18, 19, respectivamente, del pozo de recursos. Las señales en los terminales 18, 19 pueden ser conectadas a dispositivos como transistores, diodos varactores, diodos PIN y diodos de Schottky, que pueden ser añadidos al pozo 17 de recursos después de la formación del módulo 100. Pueden estar presentes terminales adicionales de señales en el pozo 17 para, por ejemplo, conexiones a tierra o conexiones a fuentes de señales externas. Además, pueden colocarse en el pozo 17 de recursos otros componentes sobresalientes, como resistencias, condensadores e inductores. Una vez que las señales de RF son procesadas por los dispositivos del pozo 17, se les da salida a los terminales 20, 21 y son procesadas por la circuitería 8-14. Los circuitos 8-14 llevan a cabo una función complementaria de la de la circuitería 1-7. Es decir, las señales de los terminales 20-21 son proporcionadas en los puntos 33, 34 de entrada a los acopladores 10, 11 y a líneas 8, 9 de cinta de cuarto de onda. Los acopladores 10, 11 sirven para bloquear la polarización de CC de las señales 33, 34 de entrada. Las señales 31, 32 de salida de los acopladores son recombinadas entonces por un acoplador 14 de salida, y la salida 30 del acoplador 12 es proporcionada al transformador 14 de impedancia, que transforma la señal 30 de entrada de una impedancia de 12,5 ohmios a una impedancia de salida de 50 ohmios en el punto 16 de señales.

Los dispositivos usados en el módulo 17 de recursos pueden requerir una polarización de CC para su funcionamiento. Esta polarización de CC está contenida en la zona 17 de dispositivos por los bloques 4, 5, 10, 11 de CC. La polarización 28-29, 36-37 de CC se conecta con la zona 17 de dispositivos a través de líneas de desacoplamiento de la polarización (o sea, las líneas 6-9 de cinta de cuarto de onda) que parecen un circuito abierto para la señal de RF en la zona 17 de dispositivos. Las terminaciones 3, 13 de carga de RF están conectadas a los acopladores 2 y 12 en los puntos 23, 35 de señales, respectivamente, y proporcionan adaptación de la impedancia a puertos aislados de los acopladores. La impedancia de las terminaciones 3, 13 iguala la impedancia de los acopladores.

Los principios básicos para el diseño de los acopladores direccionales de microondas y la circuitería de acopladores de 3 dB en cuadratura son bien conocidos para los expertos en la técnica y se describen en monografías como "Shielded Coupled-Strip Transmission Line", de S. B. Cohn, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-3, N° 5, pp. 29-38, octubre de 1955; "Characteristic Impedances of Broadside-Coupled Strip Transmission Lines", de S. B. Cohn, IRE Trans. MTT-S, Vol. MTT-8, N° 6, pp. 633-637, noviembre de 1960; e "Impedances of Offset Parallel-Coupled Strip Transmission Lines", de J. P. Shelton, Jr., IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-14, N° 1, pp. 7-15, enero de 1966. Los acopladores direccionales se implementan habitualmente como líneas de cinta acopladas por los bordes (Fig. 10) o líneas de cinta acopladas en desnivel (Figuras 11, 12), mientras que los acopladores en cuadratura están configurados típicamente como líneas de cinta acopladas en desnivel (Fig. 12) o líneas de cinta acopladas a lo

ancho (Fig. 9). La enseñanza de la presente revelación demuestra que los acopladores de línea de cinta sintetizados a partir de estas teorías pueden ser integrados en un módulo de recursos con reborde integrado.

El módulo de recursos, incluyendo la circuitería de la Fig. 2, puede ser implementado usando tres capas de sustrato dieléctrico unidas entre sí con un reborde grueso metálico. Estas capas de sustrato pueden estar formadas de materiales dieléctricos modernos de compuesto (que contienen PTFE, vidrio y cerámica). Estos materiales tienen propiedades eléctricas y mecánicas que son estables en un amplio intervalo de temperaturas, y tienen propiedades de bajas pérdidas que mejoran el rendimiento en frecuencias de microondas. Los valores del coeficiente de expansión térmica cercanos a los del cobre permiten la formación de agujeros y ranuras pasantes metalizados. Estas formas pasantes metalizadas se usan para conectar las capas conductoras en estructuras apiladas de líneas de cinta, así como para formar planos de tierra separados. Las ranuras a tierra pueden formarse en proximidad matemática a los agujeros de señales a través de las capas dieléctricas para formar líneas de transmisión en varilla rectangular que mantienen una impedancia controlada para la propagación en la dirección Z (es decir, de arriba abajo a través de las capas de la estructura apilada de capas dieléctricas).

Las Figuras 4-6 muestran vistas superior, lateral e inferior para tres capas 400, 500, 600 de sustrato que forman el módulo 100. La vista superior-lateral puede concordar con la vista de la cara inferior doblando la página en el rectángulo horizontal formado por la vista lateral. Los sustratos 400, 500, 600 pueden estar formados a partir de compuestos de politetrafluoroetileno, vidrio y cerámica, que tienen un intervalo de constantes dieléctricas relativas (ϵ_r) de 2,1 a 20,0, y un intervalo de espesores (h) de 0,03 a 1,52 mm. Los sustratos son metalizados con hoja de cobre (típicamente, de 0,02 mm de espesor, pero puede oscilar entre 0,003 y 0,08 mm) y son decapados para formar circuitos. Agujeros y ranuras (es decir, agujeros y aberturas alargados) de interconexión, metalizados con cobre, conectan una capa de sustrato con otra. Ejemplos de ranuras incluyen las ranuras 401; ejemplos de agujeros de interconexión incluyen los agujeros 402 (en los dibujos se muestran otras ranuras y otros agujeros y se dejan sin numerar). En las Figuras 4 a 7 se muestran detalles de cada capa del conjunto. Los módulos están fabricados en paneles en una matriz, según se muestra en la Fig. 8.

Los módulos de recursos descritos en esta revelación pueden ser fabricados siguiendo los procedimientos dados a conocer en la patente estadounidense nº 6.099.677 y en la patente estadounidense nº 6.395.374. Las capas 400, 500, 600 y un reborde metálico grueso 700 (Fig. 7) son mutuamente unidos, por medio de un procedimiento de fusión, que utiliza un perfil específico de temperatura y presión para cambiar el estado del material, y forman un dieléctrico homogéneo mientras que también se une permanentemente el dieléctrico al reborde metálico grueso. La unión por fusión de un reborde metálico grueso directamente a las capas dieléctricas proporciona una interfaz mecánica de montaje para la instalación del sistema. El módulo de recursos de capas múltiples puede ser atornillado directamente a un conjunto de sistema por medio de agujeros 701 de montaje en el reborde. Dado que el procedimiento de unión por fusión se da a temperaturas entre 350°C y 400°C, el módulo de recursos puede soportar fácilmente las elevadas temperaturas del procedimiento posterior al procesamiento usadas para la conexión del dispositivo dentro el pozo 17 de recursos. Estas temperaturas del procedimiento posterior al montaje pueden incluir temperaturas que surgen de la conexión de dispositivos usando soldaduras (Sn63, Sn96, Au/Si eutéctico), compuestos epoxi (epoxi de relleno de plata, epoxi aislante) y adhesivos (epoxi de relleno de vidrio, éster cianato de relleno de plata).

La unión por fusión de un reborde metálico grueso 700 directamente a las capas dieléctricas (en particular, a la capa inferior 600) proporciona un disipador térmico para la gestión térmica de la potencia disipada de RF y CC. Las zonas recortadas 475, 575, 675 en las capas 400, 500, 600 permiten el montaje del dispositivo directamente en el reborde o sobre la superficie de la capa dieléctrica con vías térmicas que conducen el calor hacia el reborde. En algunas implementaciones, las zonas recortadas 475, 575, 675 pueden ser progresivamente menores (desde la superficie superior a la superficie inferior) para dejar al descubierto diferentes zonas de conexión en diferentes capas dieléctricas. En las capas del circuito pueden incluirse resistencias de película metálica decapada y resistencias de película gruesa impresa, aunque los componentes de resistencia pueden también conectarse en el pozo 17 de recursos. Todas estas resistencias, configuradas típicamente como terminaciones de carga de RF, pueden beneficiarse de la conexión al borde disipador térmico, permitiendo que operen con niveles de potencia más elevados.

Las siguientes etapas resumen la construcción de módulo 100 de recursos según el procedimiento dado a conocer en la patente US 6.099.677 y en la patente US 6.395.374. Debería entenderse que cada sustrato 400-600 y el reborde 700 se fabrican como parte de un panel (por ejemplo, el panel 800) que, en general, incluirá un número de elementos idénticos de sustrato (aunque, en algunos casos, como cuando solo es preciso fabricar algunos dispositivos, podrían fabricarse paneles con un número de sustratos diferentes para formar módulos de recursos configurados de forma diferente).

A continuación se describirá la construcción de una implementación del módulo de recursos. La capa de la placa de reborde y cada una de las capas de sustrato pueden ser fabricadas como sigue:

Fabricación de la placa de reborde

1. Cada placa 700 de reborde se forma recubriendo selectivamente un panel de cobre con níquel y oro.
2. Pueden taladrarse agujeros 723 de unión, así como ranuras y agujeros para pasadores de alineamiento, a través de la placa 700 de reborde. Los agujeros 723 de unión se incluyen, por ejemplo, cuando el módulo ha de ser montado mediante tornillos en otra superficie.
3. Toda la superficie inferior 710 puede estar chapada en níquel/oro, mientras que la superficie superior 720 puede estar chapada en níquel/oro toda la superficie superior o, en algunas implementaciones, el chapado en níquel/oro puede estar limitado a la zona alrededor del perímetro 724 de la superficie 720 y en la zona 722 que rodea los agujeros 723 de unión y las ranuras.
4. Puede usarse un chapado selectivo en oro en la zona 721 del pozo de recursos. El chapado selectivo 721 en oro proporciona resistencia mejorada a la corrosión en la zona 721 y contribuye a garantizar una buena conexión eléctrica entre la placa 700 de reborde y los dispositivos añadidos en el pozo 17 de recursos. Puede usarse un proceso con resina fotosensible para definir la zona para el chapado selectivo en oro.

Fabricación de las capas de sustrato

1. Taladrar ranuras y agujeros de interconexión a través de las capas (400, 500, 600) de sustrato. De forma alternativa, pueden formarse ranuras y agujeros de interconexión a través de las capas de sustrato taladrado y, después, decapando por plasma las capas de sustrato al descubierto dentro del agujero y las ranuras, antes de chapar con cobre.
2. A continuación, las capas de sustrato (en particular, el agujero y las ranuras) son chapadas en cobre; en primer lugar, usando una capa seminal de cobre no electrolítico, seguida por una plancha de cobre electrolítico, preferentemente con un grosor de 0,01 a 0,03 mm.
3. Las capas de sustrato son laminadas entonces con resina fotosensible por ambas caras de cada capa. La resina fotosensible se expone usando máscaras fotográficas y luego se somete a revelado para revelar zonas seleccionadas de las capas de sustrato. Después de exponer y revelar la resina fotosensible, la resina fotosensible permanece para proteger la capa de cobre usada para formar estructuras 1-14 y las interconexiones (por ejemplo, 15-37). A continuación, se decapa el cobre chapado de las zonas de las capas de sustrato que no están protegidas por resina fotosensible.
4. Acto seguido, se forman las resistencias 3 y 13 decapando adicionalmente el cobre en las zonas de las resistencias 3, 13, dejando al descubierto una película delgada de fosfato de níquel por debajo de la capa de cobre. Para hacerlo, vuelve a aplicarse resina fotosensible a las capas de sustrato. Usando una máscara fotográfica, se expone y se revela la resina fotosensible de tal modo que el cobre en las zonas 3, 13 quede al descubierto, mientras que el cobre en otras zonas siga recubierto por la resina fotosensible. El cobre al descubierto en las zonas 3, 13 es decapado entonces para definir resistencias. A continuación, se quita la resina fotosensible.
5. A continuación, se efectúa el chapado selectivo en oro para las conexiones de los contactos de entrada y salida, y las conexiones de los contactos del pozo de recursos y las conexiones de la superficie superior. Para hacerlo, se aplica nuevamente resina fotosensible a ambas caras de todas las capas de sustrato, se expone y se revela. Acto seguido, los sustratos se chapar con níquel y oro. Después del chapado, se quita la resina fotosensible que quede.
6. Se fresan entonces ranuras que atraviesan todos los sustratos. Después del fresado, se limpian las placas aclarándolas en alcohol, y luego en agua destilada caliente (21,11°C) y se secan al vacío durante 1 hora a 149°C.
7. La etapa final de montaje incluye la unión de las capas dieléctricas usando el proceso de fusión descrito en las patentes US 6.395.374 y US 6.099.677. Esta unión puede realizarse a una presión de 1723,69 kPa y una temperatura de 375°C. Las ranuras pueden ser fresadas entonces en el conjunto del módulo, abriendo las cavidades formadas (es decir, la cavidad 17). Es decir, la abertura 475 de la cavidad en la capa superior 400 puede formarse después de la unión por fusión. Los módulos individuales pueden ser despanelados mediante mecanizado.

Los agujeros de interconexión usados en la formación de interconexiones entre las capas de sustrato y entre las caras de un sustrato pueden presentar una degradación de rendimiento si no se compensan por medio de modelado y análisis electromagnéticos. En general, estos agujeros de interconexión pueden ser modelados como líneas de transmisión en varilla rectangular vertical (Fig. 13). Para proporcionar interconexiones de impedancia controlada en el plano Z, pueden seguirse las enseñanzas de "Microwave Transmission Line Impedance Data", de M.A.R. Gunston, pp. 63-82, Van Nostrand Reinhold Company, 1971. El conjunto acoplador ejemplar dado a conocer en el presente documento incluye, entre otras cosas, acopladores direccionales de banda ancha de banda ancha amplia y

acopladores en cuadratura de banda ancha amplia. Los acopladores direccionales de banda ancha amplia se sintetizan normalmente a partir de las fórmulas dadas, por ejemplo, por "General Synthesis Of Asymmetric Multi-Element Coupled-Transmission-Line Directional Couplers", de R. Levy, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT- 11, N° 4, pp. 226-237, julio de 1963; y "Tables For Asymmetric Multi-Element Coupled-Transmission-Line Directional Couplers", de R. Levy, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT- 12, N° 3, pp. 275-279, mayo de 1964. Por otra parte, los acopladores en cuadratura de banda ancha amplia pueden ser sintetizados a partir de las tablas dadas, por ejemplo, en "Theory And Tables Of Optimum Symmetrical TEM-Mode Coupled-Transmission-Line Directional Couplers", de E. G. Cristal y L. Young, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-13, N° 5, pp. 544-558, septiembre de 1965. Otra opción es seguir la enseñanza expuesta en "Four Port Networks Synthesized From Interconnection Of Coupled And Uncoupled Sections Of Line Lengths", de Joseph D. Cappucci, patente estadounidense n° 3.761.843, 25 de septiembre de 1973. La patente 3.761.843 da a conocer cómo sintetizar acopladores de banda ancha amplia a partir de una serie de líneas de cinta acopladas y desacopladas. En este caso, se combina una serie de interconexiones desacopladas con una serie de secciones acopladas para formar un acoplador en cuadratura de banda ancha amplia. Además, pueden apilarse y conectarse en tándem las estructuras acopladas no uniformes definidas en "The Design And Construction Of Broadband, High Directivity, 90-Degree Couplers Using Nonuniform Line Techniques", de C.P. Tresselt, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT-14, N° 12, pp. 647-656, diciembre de 1966; y "The Design And Computed Performance Of Three Classes Of Equal-Ripple Nonuniform Line Couplers", de C. P. Tresselt, IEEE Trans. MTT-S, Vol. MTT- 17, N° 4, pp. 218-230, abril de 1969, para proporcionar un rendimiento de banda muy ancha, caracterizado por una respuesta de frecuencia de paso alto.

Las Figuras 14-19 incluyen un diagrama de bloques de circuito (Fig. 14), vistas superior, lateral e inferior de un módulo completado (Fig. 15), metalizaciones superior e inferior para tres capas de sustrato (Figuras 16-18) y una capa 19 de reborde de una realización alternativa. La realización alternativa de la Fig. 14 incluye un segundo pozo 40 de recursos situado en el lado de entrada del circuito 1400.

El circuito mostrado en la Fig. 14 incluye elementos de circuito y conexiones 9-14, 16, 17, 20-21, 30-37 sustancialmente idénticos a los de la Fig. 2. La realización 1400 también incluye una etapa 50-66 de entrada modificada y un segundo pozo 40 de recursos. La etapa de entrada recibe una señal de RF en la entrada 50. La señal es transformada de 50 ohmios a 12,5 ohmios por el transformador 51 y la señal de salida es proporcionada a un contacto 52 en un pozo 40 de recursos. Pueden acoplarse dispositivos adicionales (por ejemplo, un diodo, una resistencia, un transistor o una conexión de puenteado simple) entre los terminales 52 y 64 del pozo 40 de recursos. La señal 52, tal como es transformada por cualquier dispositivo en el pozo 40 de recursos, es proporcionada al terminal 64 y, de él, a un acoplador 59 de bloque de CC y, después, al acoplador 61 de señales. Las salidas 62-63 del acoplador 61 de señales son proporcionadas a los contactos 65-66 en el pozo 17 de recursos. Puede proporcionarse una polarización de CC a través de los puntos 36-37, 54, 80-87 de contacto de la superficie superior. De formar similar, puede proporcionarse una polarización de CC en la entrada 54 conectada a la línea 53 de cinta de cuarto de onda y en la entrada 36 conectada a la línea 8 de cinta de cuarto de onda y en la entrada 37 conectada a la línea 9 de cinta de cuarto de onda. Las capas 1600, 1700, 1800 de sustrato y la placa 1900 de reborde pueden fabricarse y unirse según el procedimiento descrito para la implementación de la Fig. 2. Otras características de las capas 1600, 1700, 1800 de sustrato y de la placa 1900 de reborde se siguen de las descripciones dadas con respecto a las capas 400, 500, 600 y a la placa 700 de reborde.

40 **Módulo de circuito con circuitería ajustable de microcinta**

La Fig. 20 muestra una realización de un conjunto 2000 de un módulo de circuitos adecuado para su uso en aplicaciones de amplificación de potencia y en el cual la circuitería integrada de procesamiento de señales incluye tanto circuitería fijada de línea de cinta como circuitería ajustable de microcinta de procesamiento de señales. La circuitería de microcinta se forma mediante impresión (es decir, depositando y decapando metal) en una cara de una capa de sustrato. En el módulo 2000, la circuitería de microcinta queda expuesta al aire tras la unión del conjunto y hay un plano de tierra en una cara opuesta de la capa del sustrato que contiene esa circuitería. La circuitería fijada de procesamiento de señales incluye circuitería de línea de cinta que está entre dos capas de sustrato. Además, las dos capas de sustrato están colocadas entre planos de tierra.

Las características de procesamiento de señales de la circuitería ajustable de procesamiento de señales pueden ser alteradas por medio de la conexión de componentes de circuitería a los contactos de señales en una superficie al descubierto de una capa de sustrato. Más en particular, el conjunto 2000 incluye entradas 2001 y salidas 2002 que están acopladas a la circuitería fijada de procesamiento de señales integrada en las zonas 2003 y 2004 del sustrato. Las señales procedentes de la circuitería fijada de procesamiento de señales son acopladas a la circuitería ajustable de señales formada en las zonas 2005 y 2005 a partir de metal depositado y decapado en una superficie de una capa de sustrato y a partir de un plano de tierra integrado en una superficie opuesta. Las señales procedentes de esa circuitería ajustable son acopladas, a su vez, a conexiones de señales adyacentes al pozo 2007 de recursos. Puede añadirse un amplificador de potencia u otro circuito en el pozo 2007 de recursos con posterioridad a la unión del conjunto 2000. La circuitería añadida en el pozo 2007 de recursos puede ser acoplada térmicamente a una capa de reborde metálico al descubierto dentro del pozo 2007 de recursos y a contactos eléctricos de señales en los bordes del pozo de recursos. Los contactos eléctricos en el borde del pozo 2007 permiten el acoplamiento de la circuitería añadida en el pozo 2007 a la circuitería ajustable de procesamiento de señales formada en las zonas 2005 y 2006. Mediante la adición de componentes de circuito a los contactos de señales al descubierto en la

superficie de las zonas 2005, 2006, pueden cambiarse las características eléctricas de la circuitería ajustable en las zonas 2005, 2006.

5 La Fig. 21 muestra el conjunto de la Fig. 20 con componentes de circuito añadidos. Por ejemplo, la Fig. 21 muestra el conjunto 2000 con un transistor 2110 de potencia colocado dentro del pozo 2007 de recursos, condensador 2102-2107 de chip, resistencias 2108 y hoja 2109 de cobre de interconexión añadidos en las zonas 2005, 2006 de la superficie. La circuitería añadida 2102-2109 puede llevar a cabo la función de adaptación de la impedancia entre el transistor 2110 y circuitería fijada integrada creada en las zonas 2003, 2004.

10 Las Figuras 22A, 22B y 22C son vistas superior, inferior y lateral de la estructura 2000. Según se ve en la Fig. 22C, el conjunto 2000 está formado de tres capas: una capa 2210 de reborde metálico, una capa intermedia 2220 de sustrato compuesto y una capa superior 2230 de sustrato compuesto. Las Figuras 23A, 23B, 24A, 24B, 25A y 25B muestran vistas superiores e inferiores de las capas 2210, 2220 y 2230. El procedimiento usado para la construcción de las capas 2210, 2220 y 2230 puede ser el mismo que para la construcción, por ejemplo, de las capas 400, 500 y 700 de la Fig. 1. Además, aunque la realización 2000 incluye solamente una única capa intermedia 2220, las implementaciones pueden tener múltiples capas intermedias, incluyendo cada una de ellas circuitería integrada e
15 incluyendo elementos conductores que pueden ser conectados entre sí por medio de vías de interconexión.

La Fig. 26A muestra otra implementación de un módulo acoplador configurado de tal forma que puedan añadirse múltiples amplificadores de potencia dentro del pozo de recursos del módulo. La Fig. 26B muestra el módulo de la Fig. 26A con elementos de circuito añadidos a la circuitería de microcinta formada sobre el módulo. Las Figuras 27-30 muestran la construcción de capas del módulo de las Figuras 26A y 26B.

20 Se hace notar, además, que, aunque se han dado a conocer capas de sustrato compuesto de flouropolímero como una realización, las implementaciones pueden usar otros tipos de capas de sustrato, por ejemplo capas de sustrato de cerámica. De manera similar, aunque la unión por fusión resulta preferible para capas de sustrato compuesto de flouropolímero, en algunas implementaciones pueden usarse otros procedimientos de unión (por ejemplo, películas de unión adhesiva). En consecuencia, otras realizaciones están dentro del alcance de las reivindicaciones
25 siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto dieléctrico (2000) que comprende:

una pluralidad de capas (2220, 2230) de sustrato que comprende una capa superior y una o más capas intermedias, estando unida conjuntamente la pluralidad de capas de sustrato en una disposición estratificada en el que dichas capas (2220, 2230) de sustrato comprenden una circuitería integrada de procesamiento de señales, comprendiendo dicha circuitería integrada de procesamiento de señales una circuitería fijada (2003, 2004) de procesamiento de señales y una circuitería ajustable (2005, 2006) de procesamiento de señales;

una entrada (2001) de señales y una salida (2002) de señales, conectada cada una a la circuitería integrada de procesamiento de señales; y

una cavidad (2007) formada a través de las capas superior e intermedias, estando configurada dicha cavidad para recibir un elemento de circuito añadido al conjunto después de la unión de las capas de sustrato y exponiendo dicha cavidad (2007) terminales de conexión de señales conectados al circuito integrado de procesamiento de señales para permitir la conexión del elemento de circuito añadido a dicha circuitería integrada de procesamiento de señales; y

en el que

la circuitería fijada (2003, 2004) de procesamiento de señales actúa alterando las características eléctricas de las señales acopladas a esa circuitería y en el que las características de alteración de dicha circuitería fijada están predeterminadas en el momento de la unión de las capas de sustrato,

caracterizándose dicho conjunto dieléctrico **porque**

la circuitería ajustable (2005, 2006) de procesamiento de señales actúa alterando las características eléctricas de las señales acopladas a esa circuitería y en el que las características de alteración de dicha circuitería ajustable pueden ser cambiadas con posterioridad a la unión de las capas de sustrato por medio de la conexión de los componentes (2102-2109) de circuito a las conexiones de las vías de señales en las zonas al descubierto de la superficie del sustrato;

la circuitería fijada (2003, 2004) de procesamiento de señales comprende unas circuiterías fijadas primera y segunda de adaptación de la impedancia;

la circuitería ajustable (2005, 2006) de procesamiento de señales comprende unas circuiterías ajustables primera y segunda de adaptación de la impedancia;

la primera circuitería fijada de adaptación de la impedancia está conectada entre la entrada (2001) de señales y la primera circuitería ajustable de adaptación de la impedancia;

la segunda circuitería fijada de adaptación de la impedancia está conectada entre la salida (2002) de señales y la segunda circuitería ajustable de adaptación de la impedancia;

la primera circuitería ajustable de adaptación de la impedancia está conectada, además, a los terminales de conexión de señales en la cavidad (2007);

la segunda circuitería ajustable de adaptación de la impedancia está conectada, además, a los terminales de conexión de señales en la cavidad (2007); y

la circuitería fijada y ajustable (2003, 2004 2005, 2006) de procesamiento de señales permite la adaptación de la impedancia entre la entrada (2001) de señales y los terminales de conexión de señales en la cavidad (2007) y entre la salida (2002) de señales y los terminales de conexión de señales en la cavidad (2007).

2. El conjunto de la reivindicación 1 en el que:

la circuitería ajustable (2005, 2006) de procesamiento de señales comprende una circuitería de microcinta que comprende circuitería impresa formada en una cara de la primera de las capas de sustrato, quedando expuesta al aire dicha cara de la primera capa de sustrato tras la unión de las capas de sustrato y estando situada también dicha microcinta entre dicha cara expuesta al aire y un plano de tierra en la otra cara; y

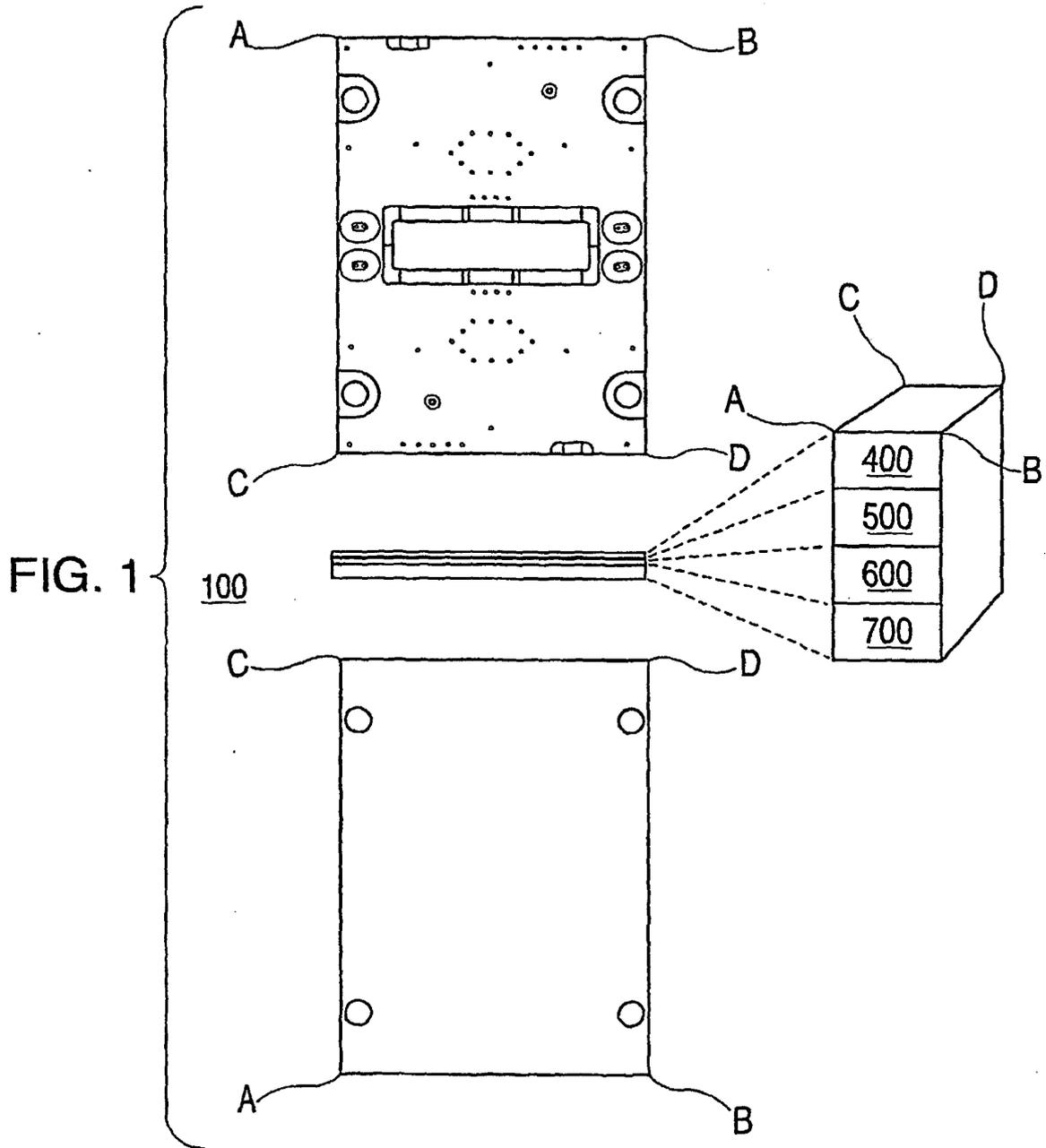
la circuitería fijada (2003, 2004) de procesamiento de señales comprende una circuitería de microcinta que comprende circuitería impresa encajonada entre dos capas de sustrato en el que dichas dos capas de sustrato están situadas, además, entre planos de tierra.

3. El conjunto de la reivindicación 2 en el que dichos planos de tierra se forman metalizando caras de las capas de sustrato.

4. El conjunto de la reivindicación 1 en el que la circuitería integrada de procesamiento de señales comprende, además, circuitería acopladora de microondas.
5. El conjunto de la reivindicación 1 en el que:

5 las características de adaptación de la impedancia de la circuitería ajustable (2005, 2006) de procesamiento de señales son alterables por medio de la adición de componentes discretos (2102-2109) de circuito a las conexiones de las vías de señales en dichas zonas al descubierto de la superficie del sustrato, de tal forma que, mediante la adición de dichos componentes discretos (2102-2109) de circuito, se presenta un nivel de impedancia configurado por el usuario a la circuitería fijada (2003, 2004) en un punto de conexión entre la circuitería fijada y la ajustable.
- 10 6. El conjunto de la reivindicación 1 en el que dicha circuitería integrada de procesamiento de señales comprende, además, circuitería seleccionada del grupo que comprende circuitería de bloqueo de CC, circuitería de polarización de CC y una terminación de carga de RF.
- 15 7. El conjunto de la reivindicación 6 en el que el conjunto está configurado para la adición de un elemento añadido de circuito a la cavidad (2007), seleccionándose dicho elemento de circuito del grupo que comprende un circuito de microondas, un transistor, un diodo varactor, un diodo PIN y un diodo de Schottky.
8. El conjunto de la reivindicación 1 en el que:

el conjunto comprende, además, una capa (2210) de reborde y la cavidad (2007) deja al descubierto una superficie superior de la capa (2210) de reborde, lo que permite el acoplamiento del elemento de circuito añadido en la cavidad (2007) con la capa (2210) de reborde.
- 20 9. El conjunto de la reivindicación 8 en el que dicha capa (2210) de reborde comprende un núcleo metálico sustancialmente homogéneo y dichas capas (2220, 2230) de sustrato compuesto comprenden material compuesto de flouropolímero.
10. El conjunto de la reivindicación 1 en el que las capas (2220, 2230) de sustrato comprenden capas de sustrato cerámico que están unidas mediante adhesivo.
- 25 11. El conjunto de la reivindicación 9 en el que el acoplamiento del elemento de circuito añadido a la capa (2210) de reborde comprende un acoplamiento térmico entre dicho elemento de circuito y la capa (2210) de reborde.
12. El conjunto de la reivindicación 11 en el que dicha capa (2210) de reborde consiste en dicho núcleo metálico y revestimientos metálicos añadidos a las superficies de dicho núcleo metálico.
- 30 13. El conjunto de la reivindicación 12 en el que dichos revestimientos metálicos añadidos a la superficie comprenden un metal que inhibe la oxidación de dicho núcleo metálico.
14. El conjunto de la reivindicación 1 en el que las vías de señales en diferentes superficies de sustrato están conectadas por medio de agujeros metalizados de interconexión.
15. Un procedimiento de fabricación de un conjunto (2000) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.



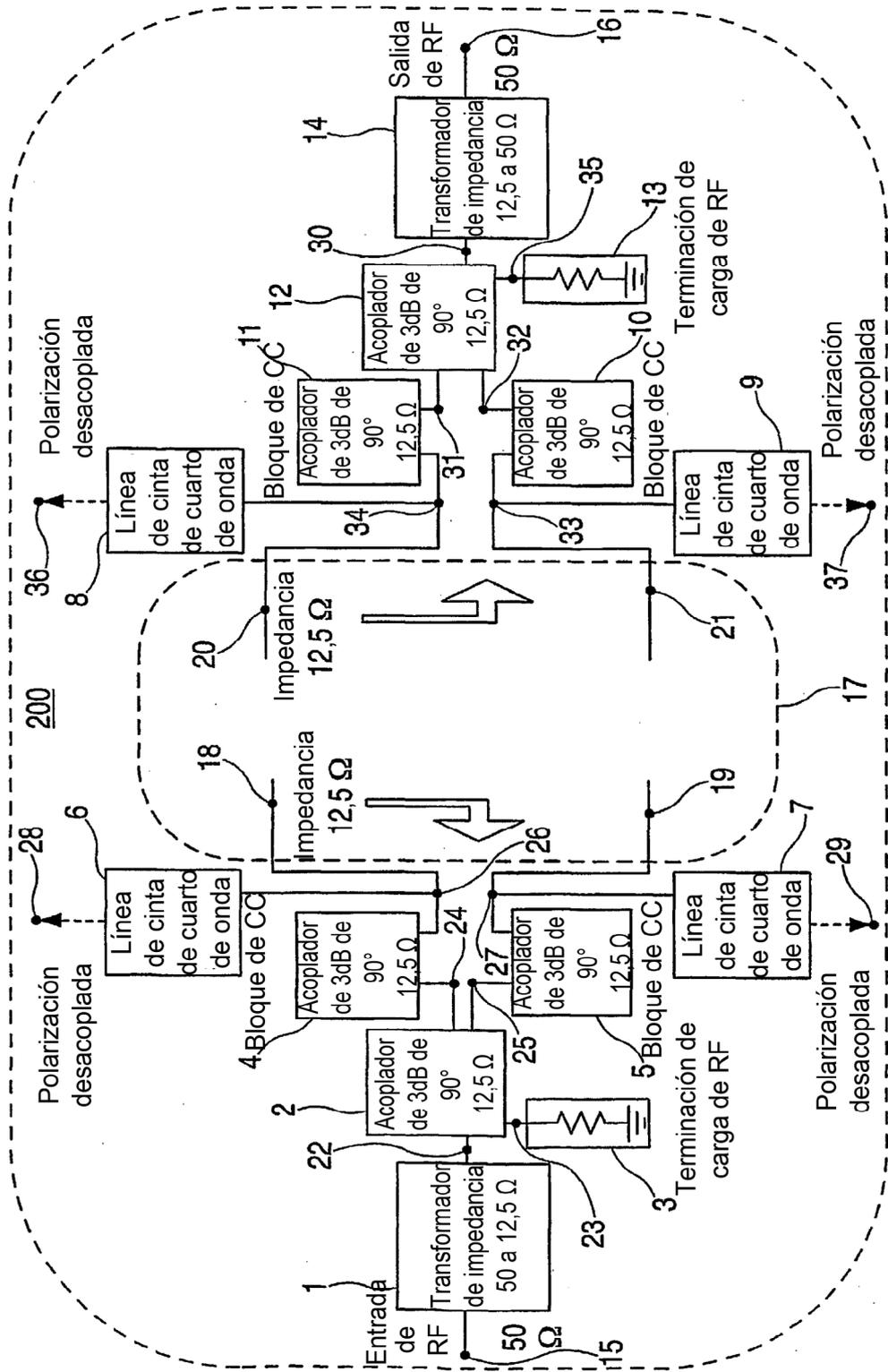


FIG. 2

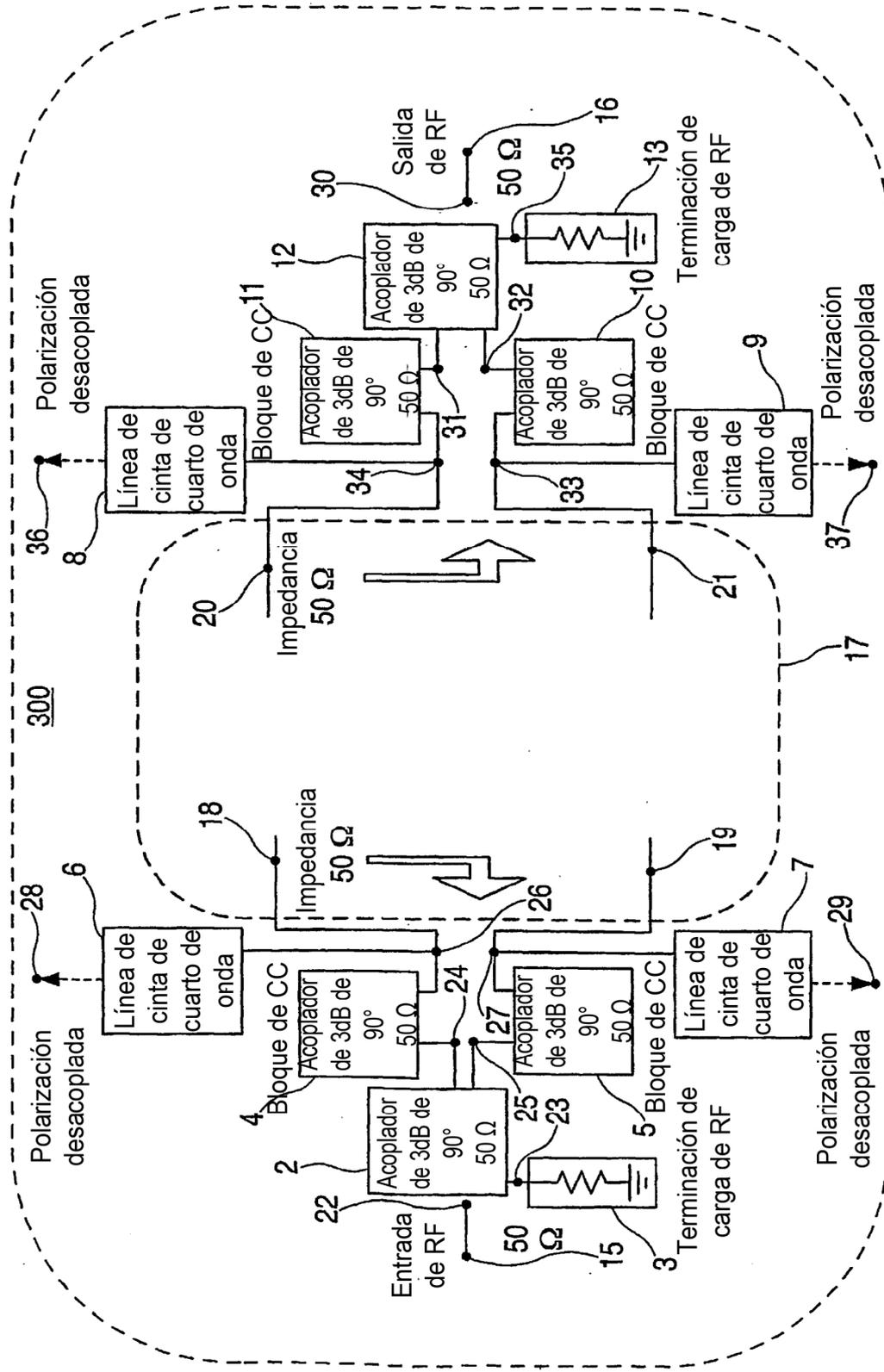
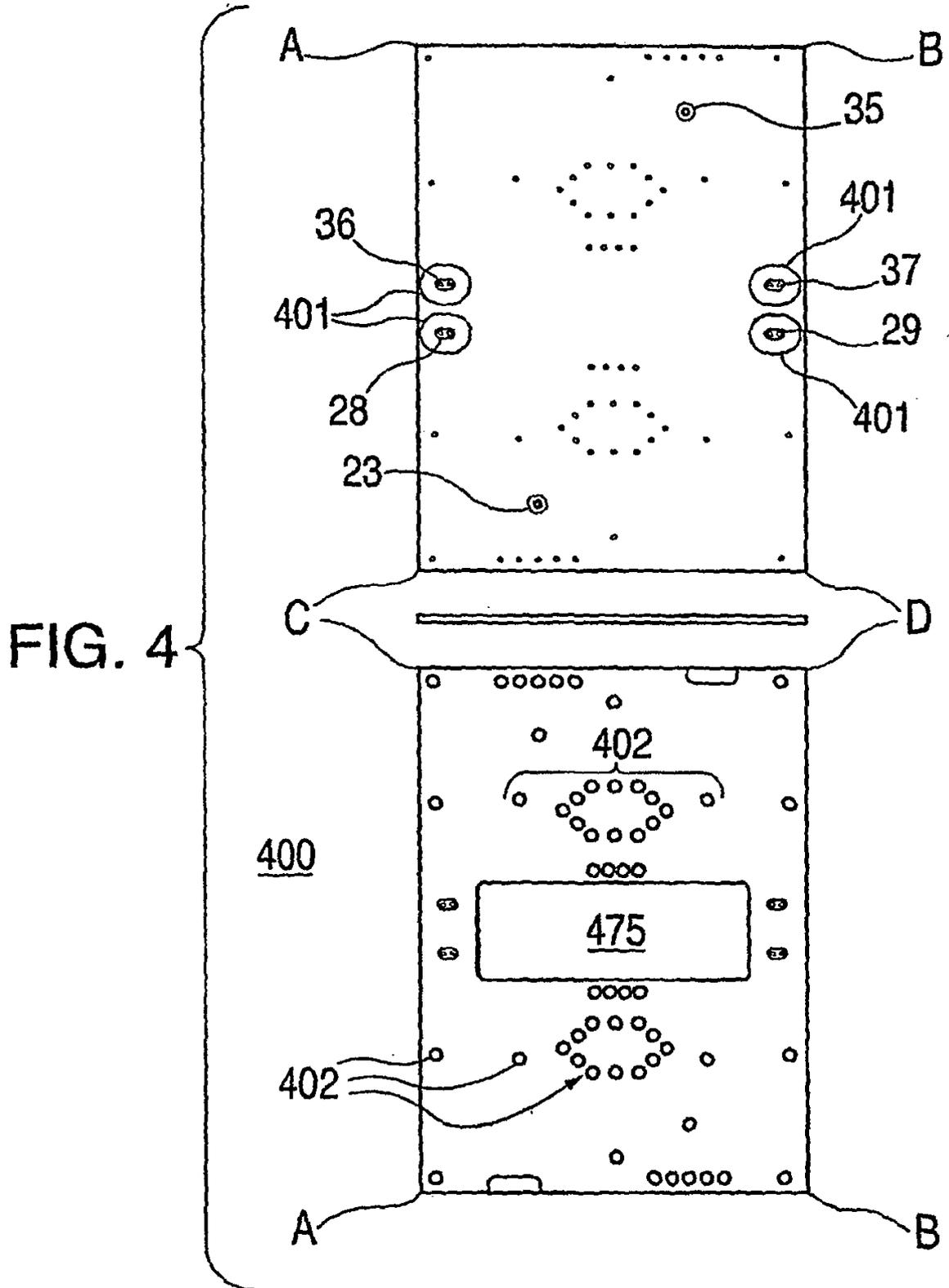
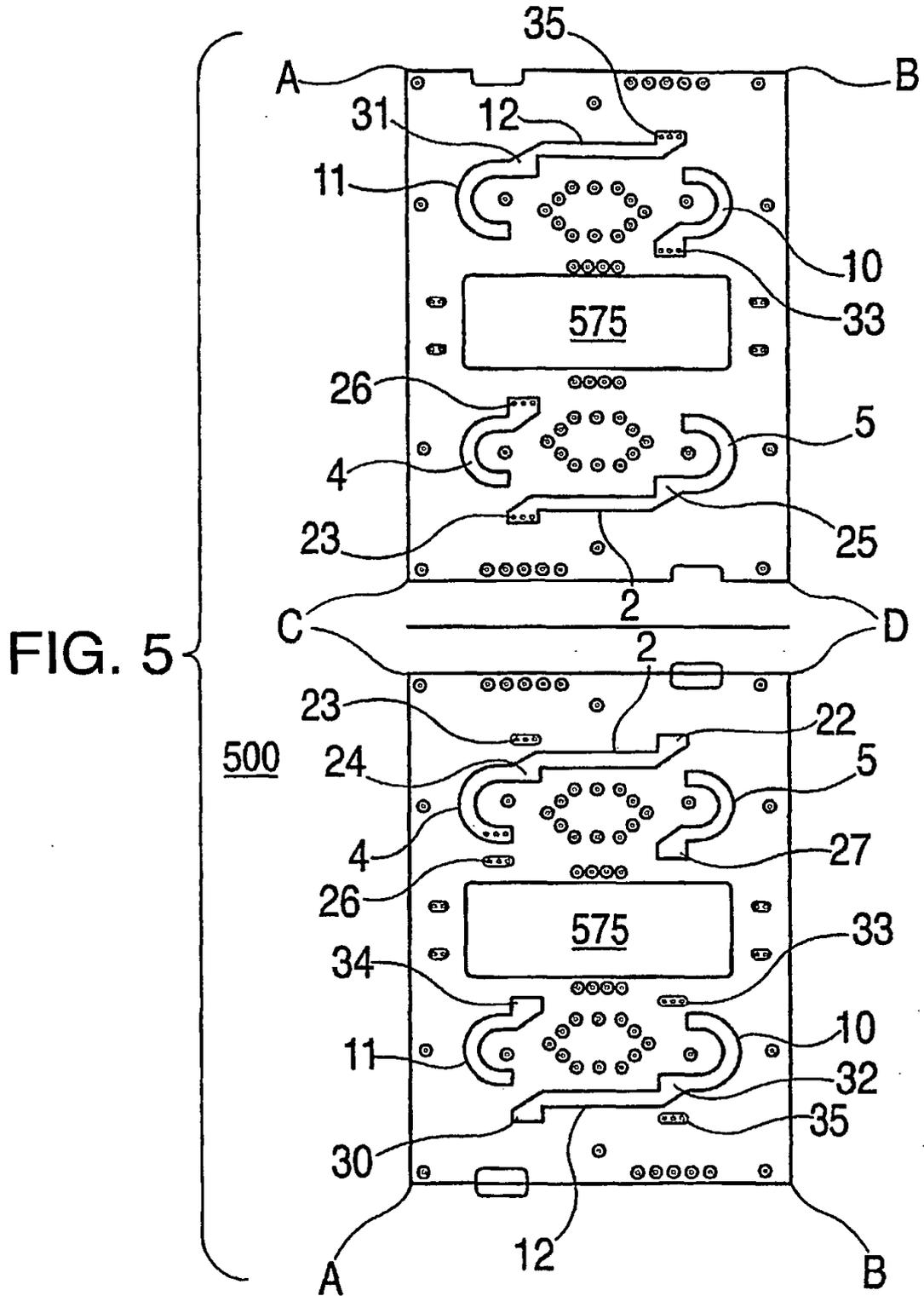
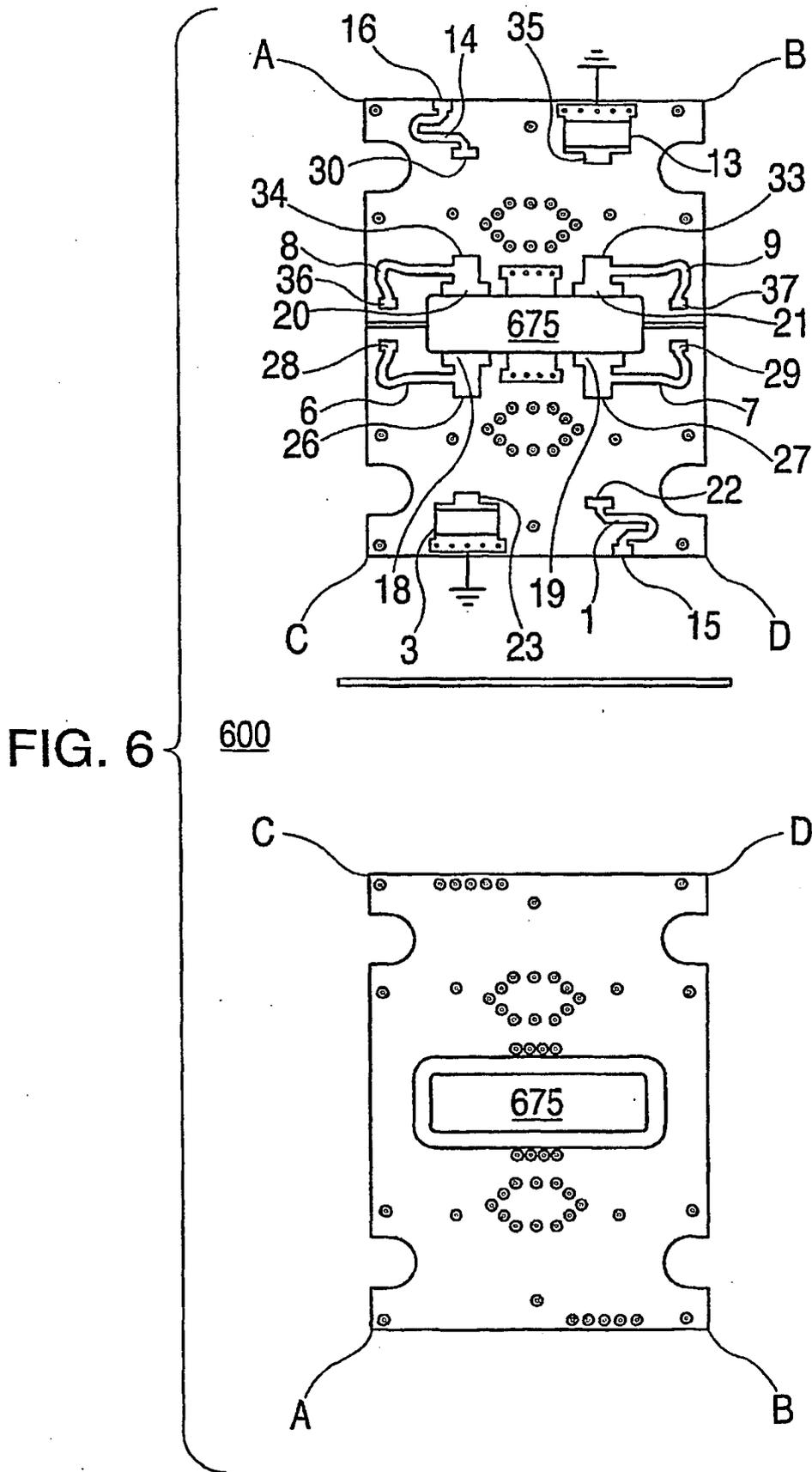
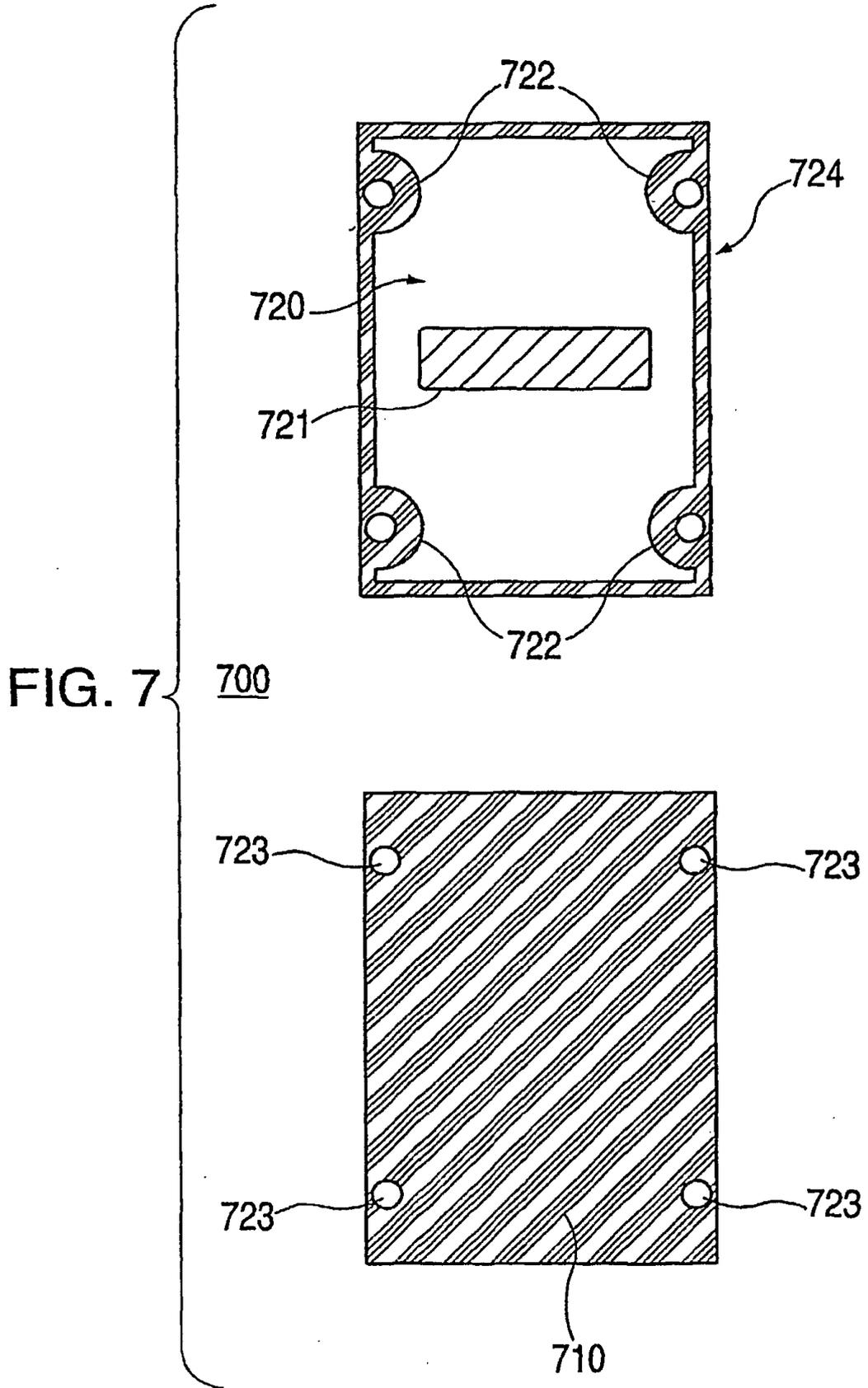


FIG. 3









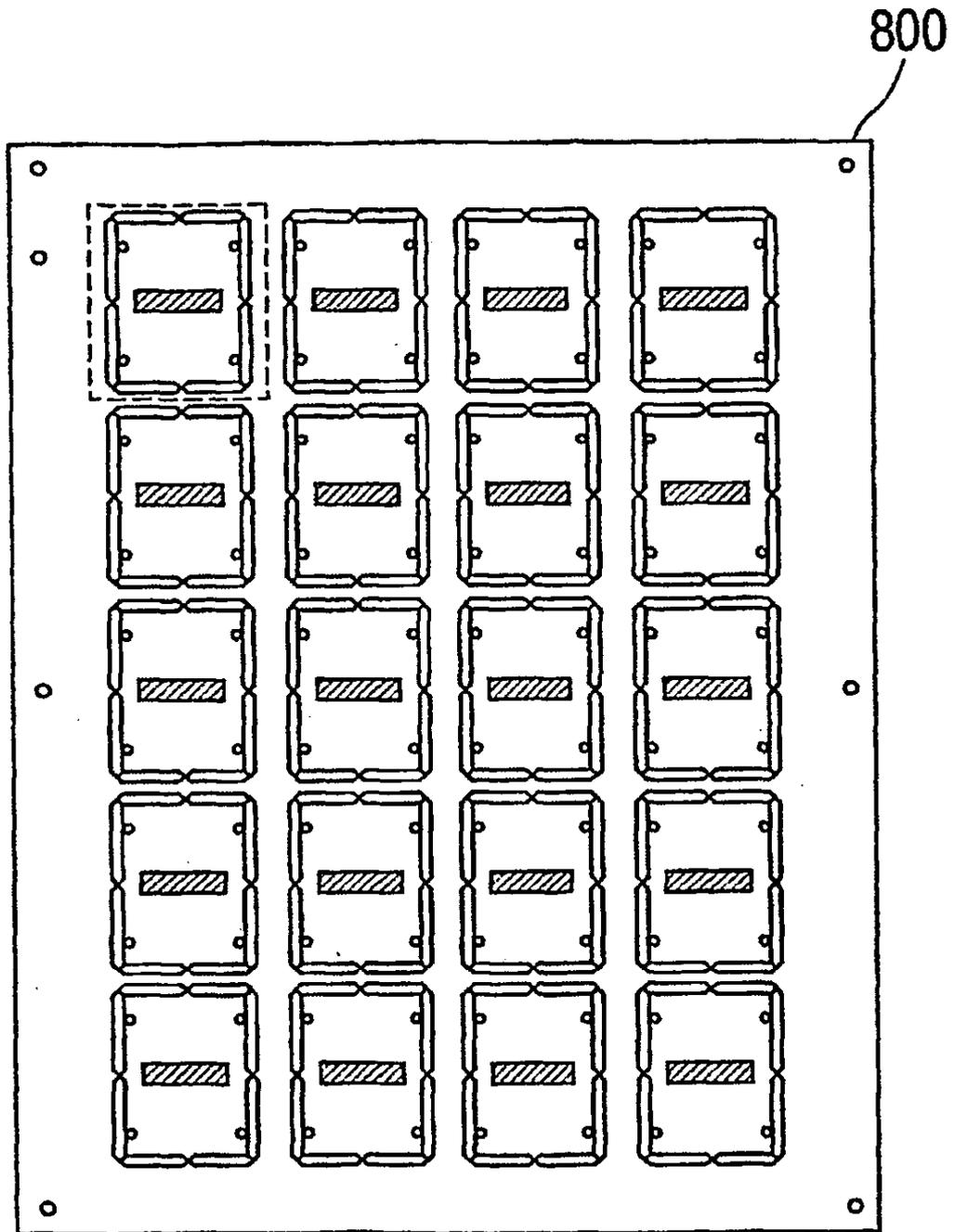


FIG. 8

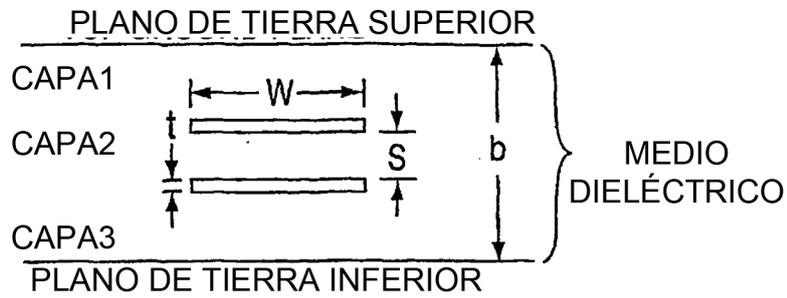


FIG. 9

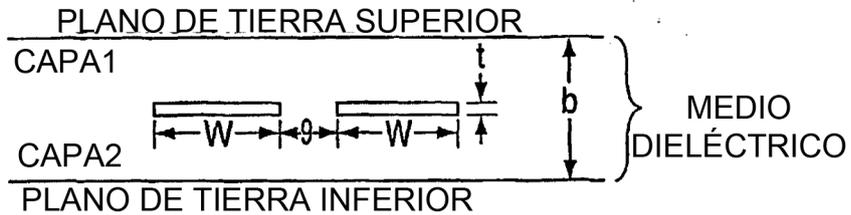


FIG. 10

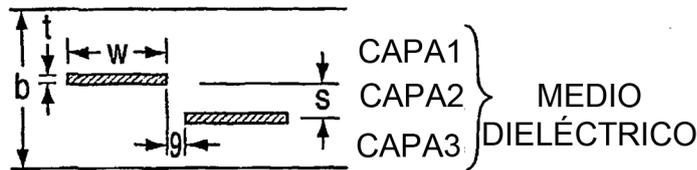


FIG. 11

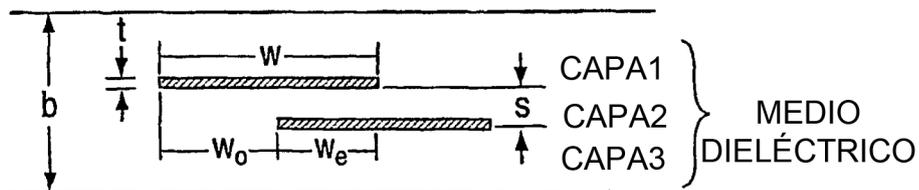


FIG. 12



FIG. 13

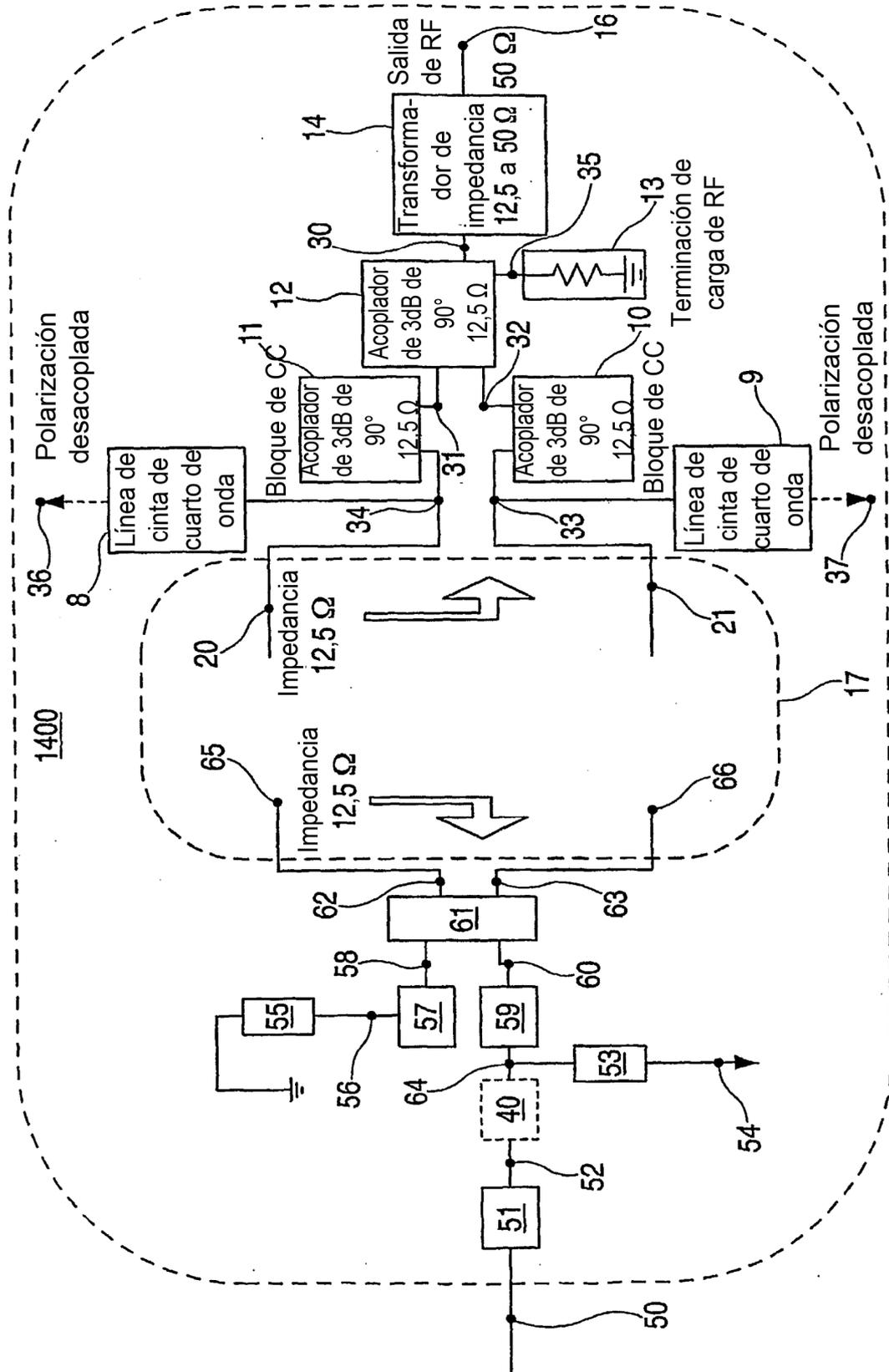


FIG. 14

FIG. 15

1500

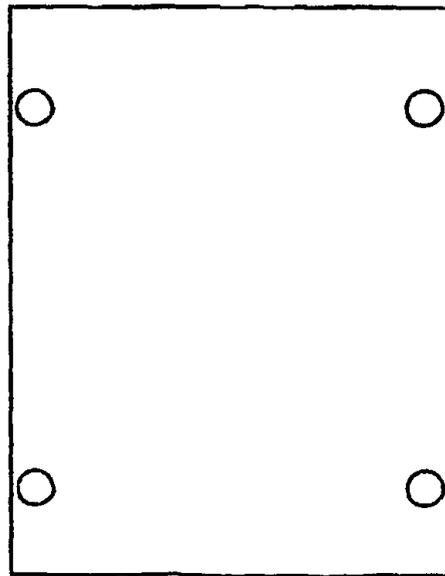
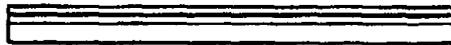
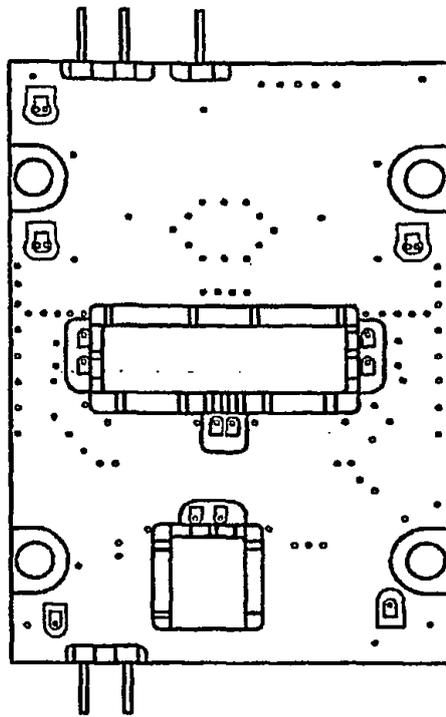
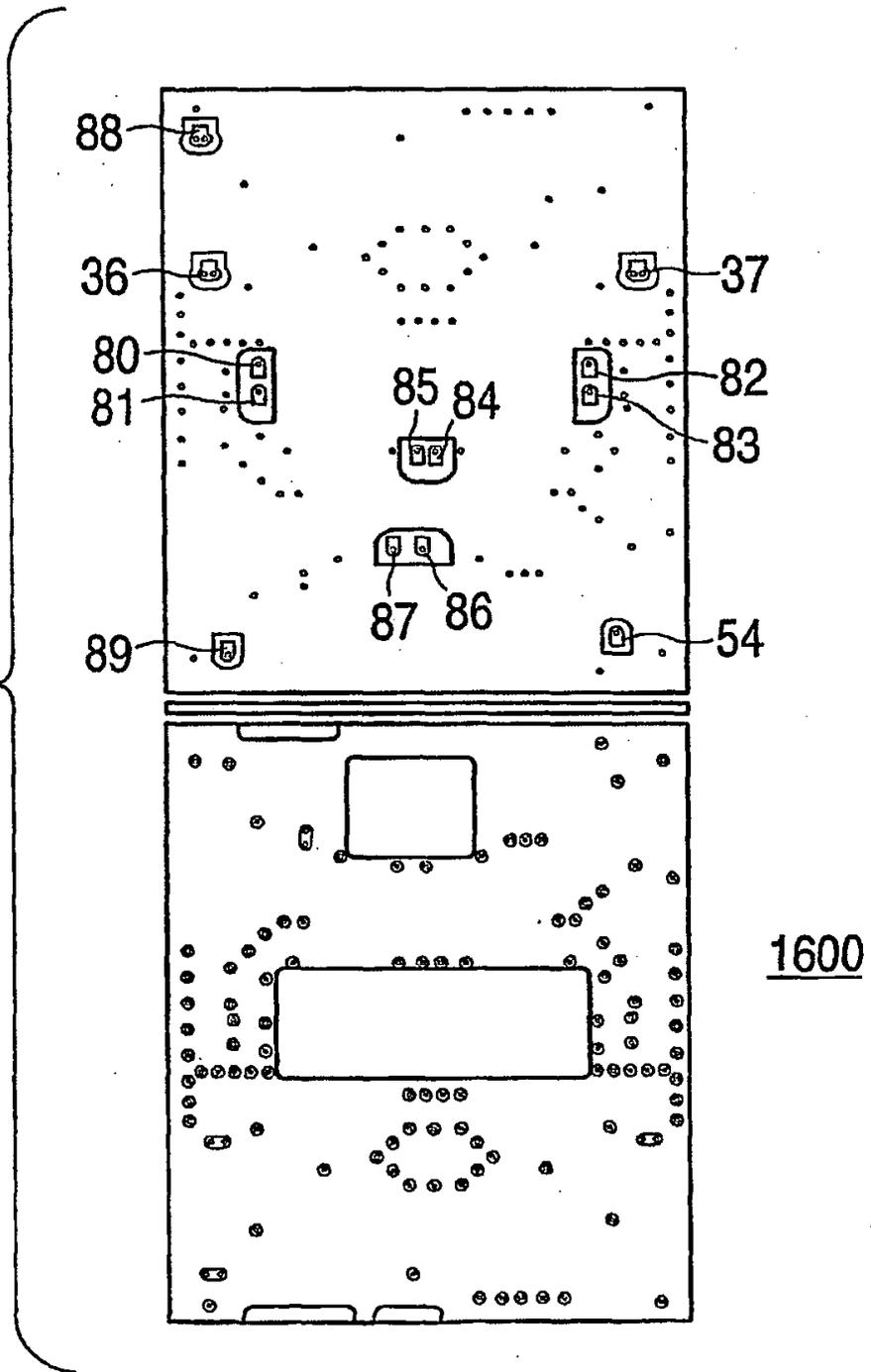
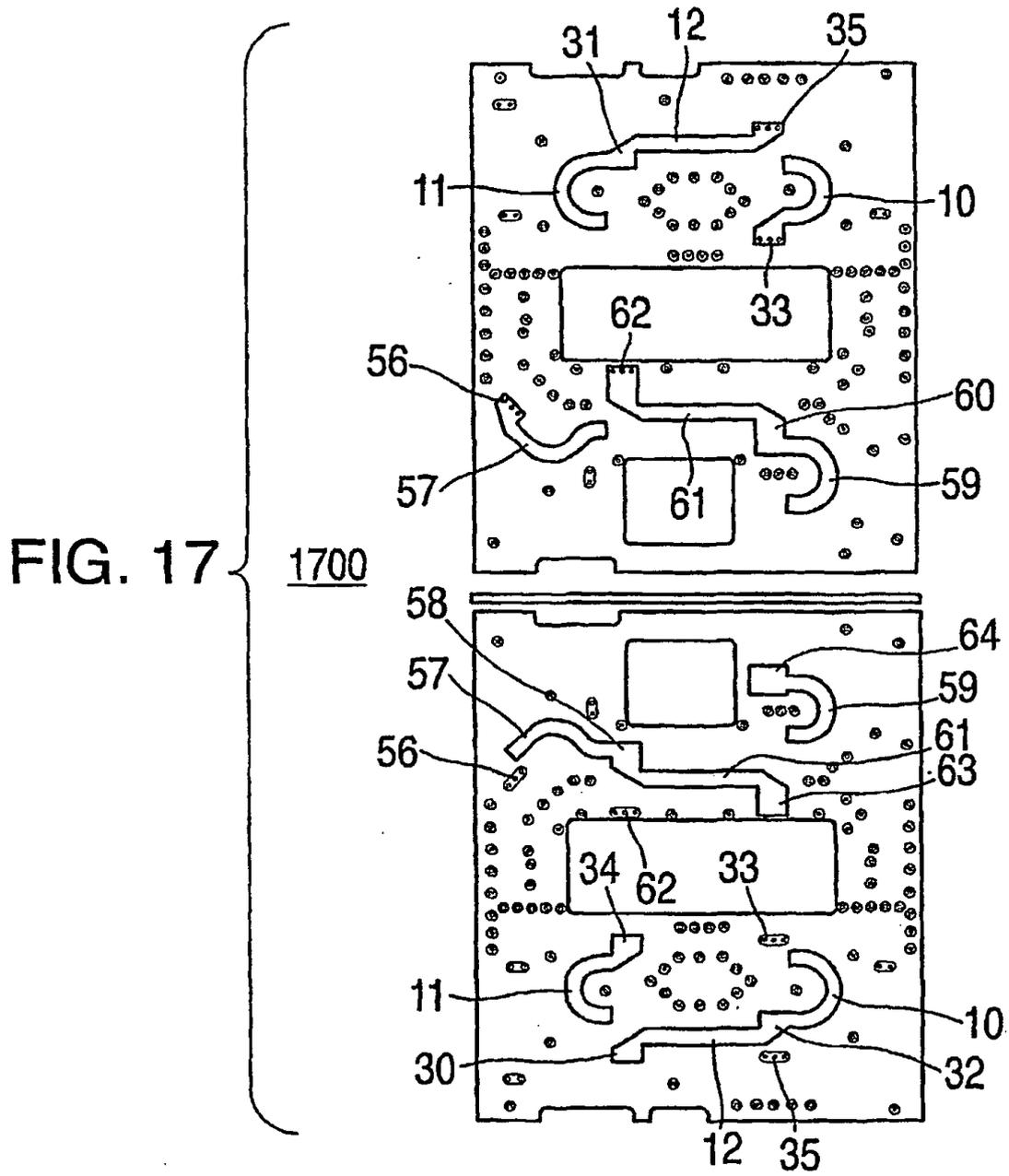


FIG. 16





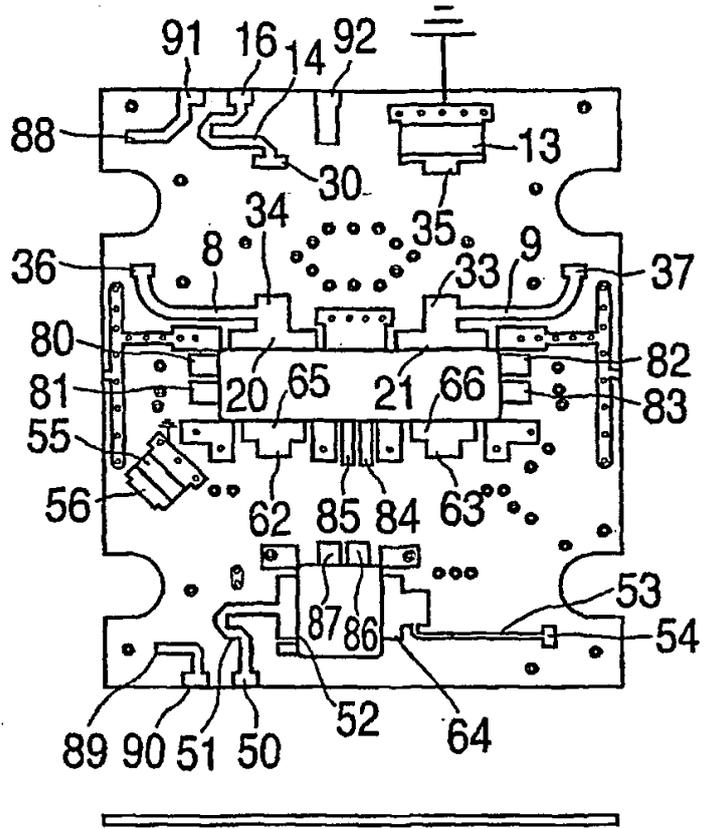
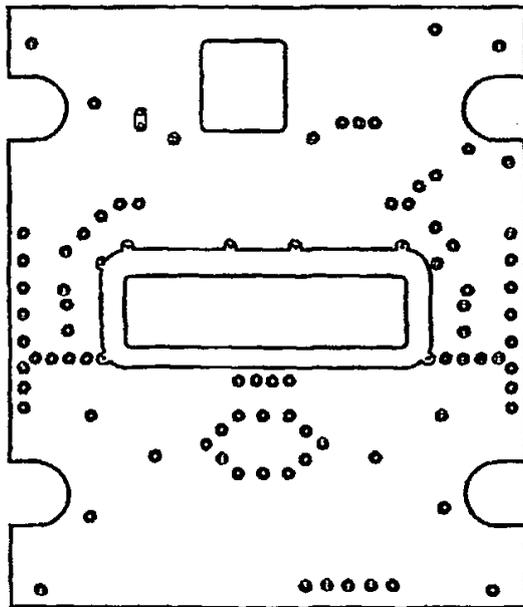
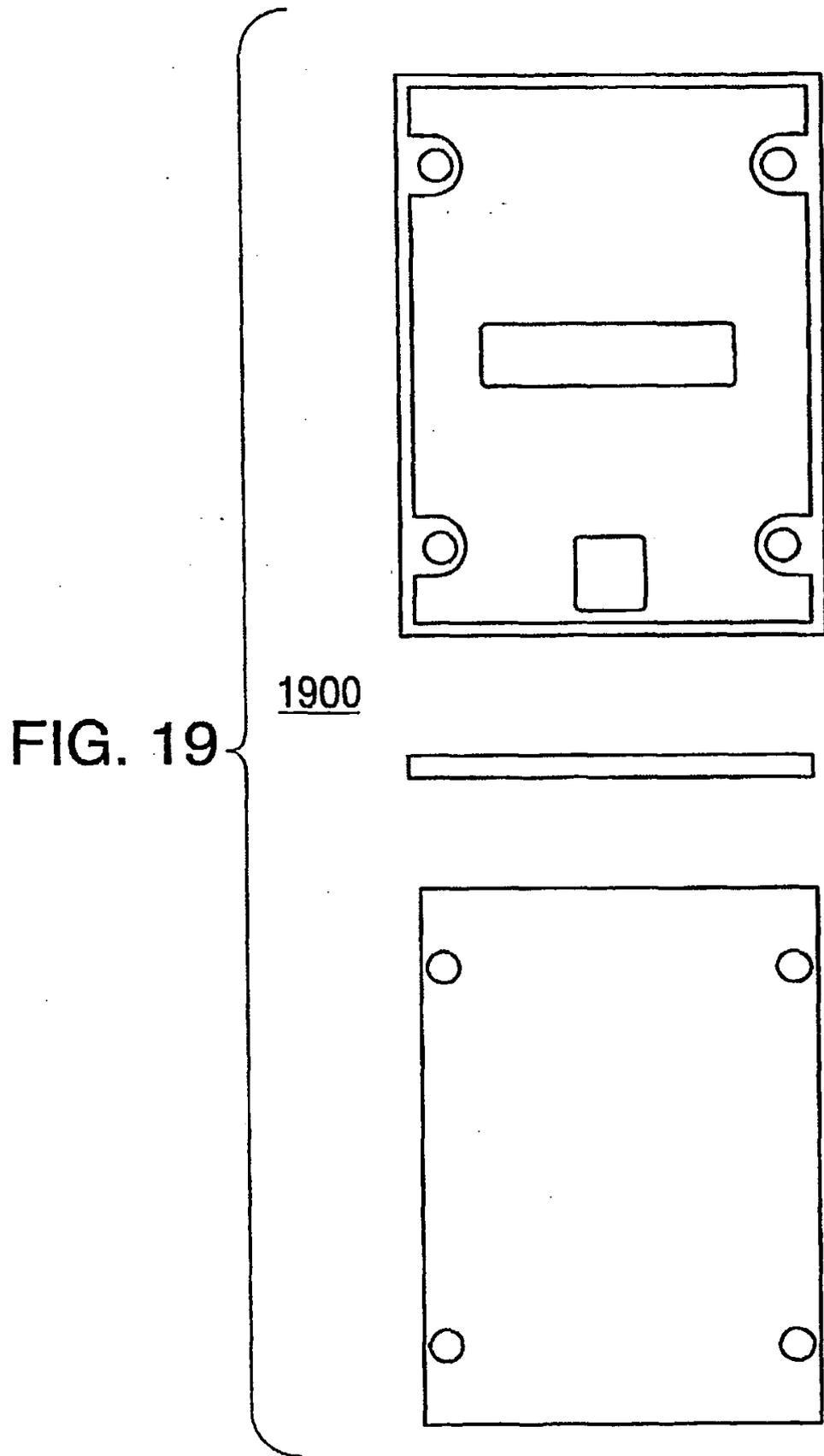


FIG. 18

1800





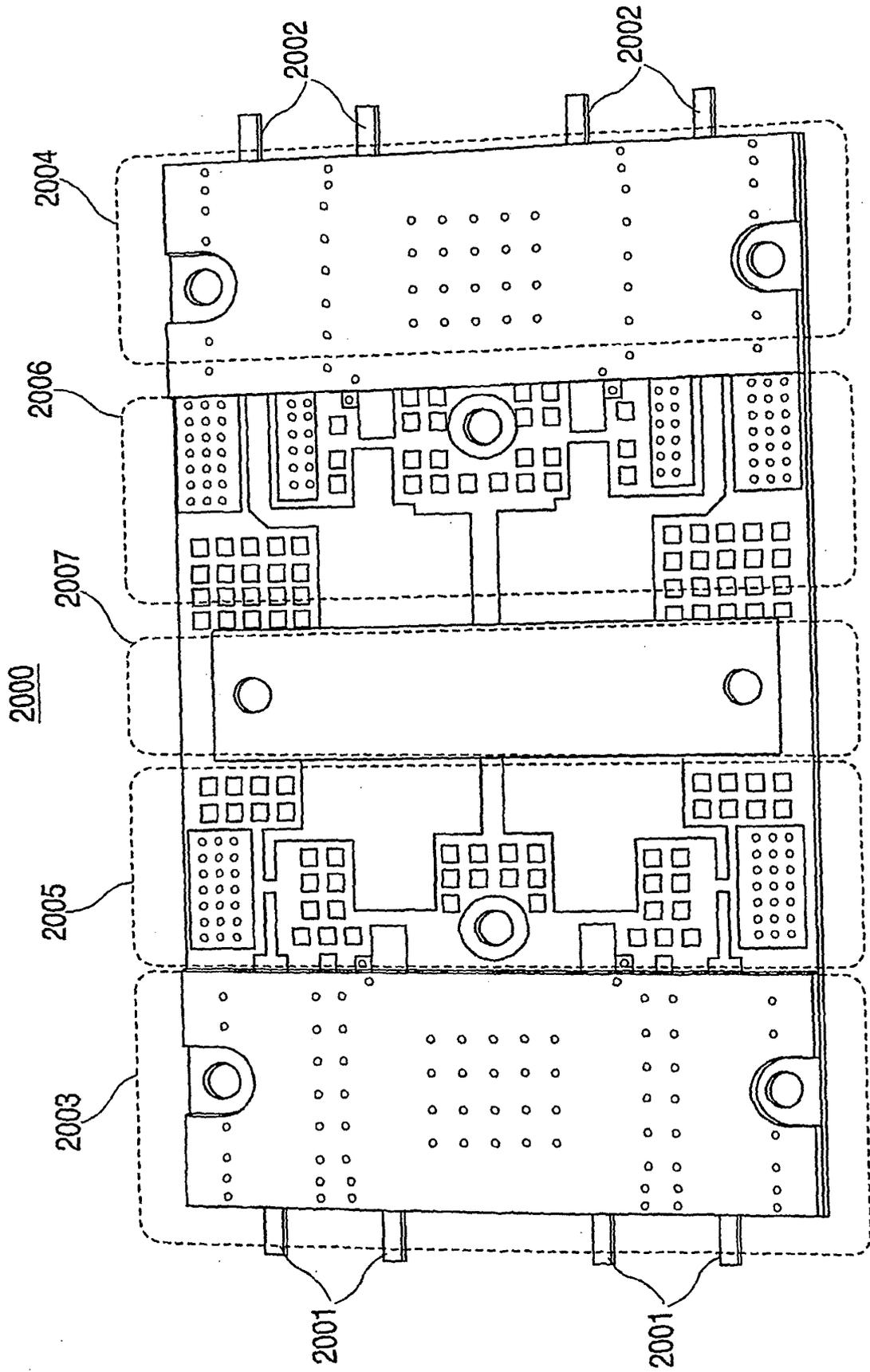
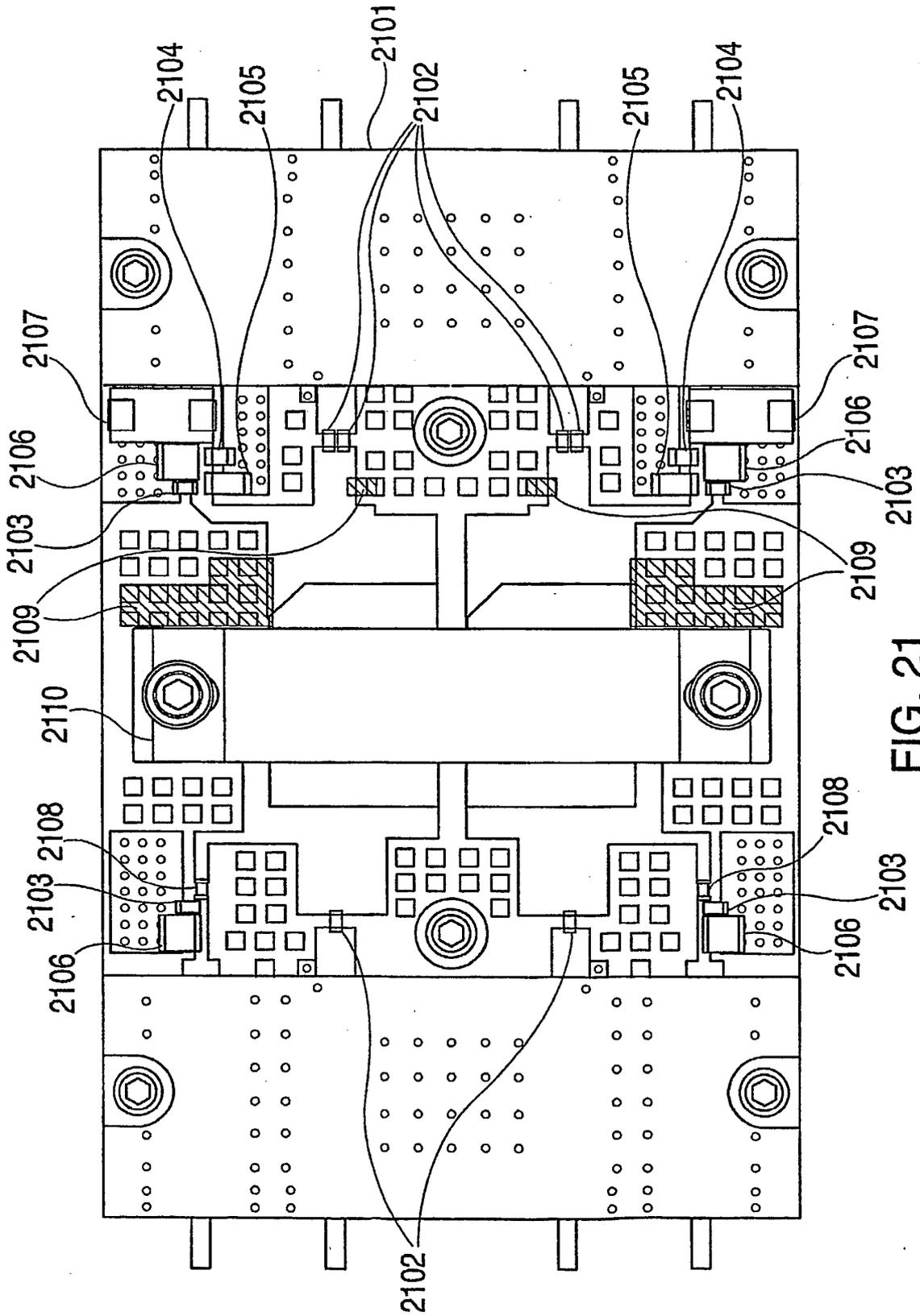


FIG. 20



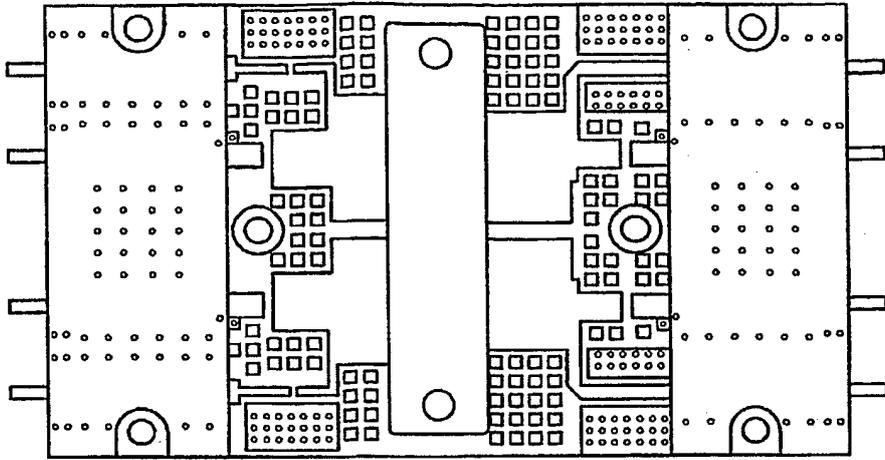


FIG. 22A

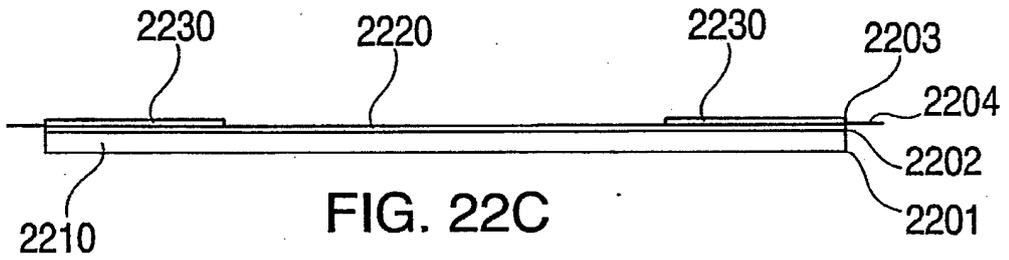


FIG. 22C

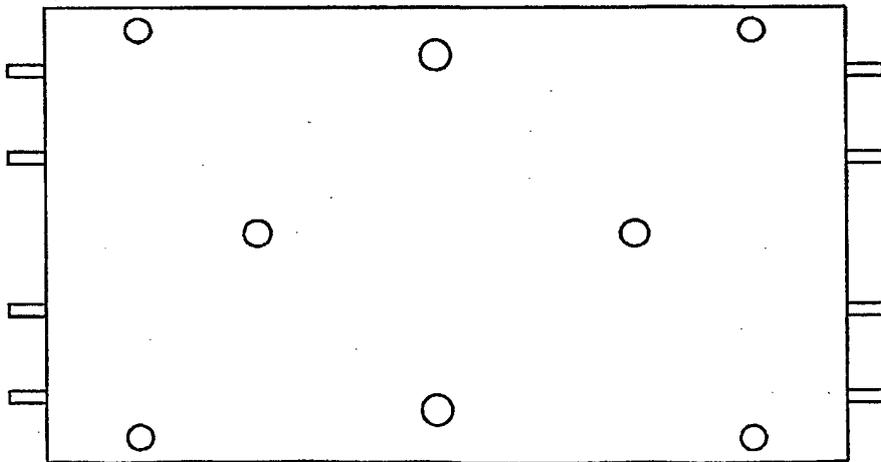
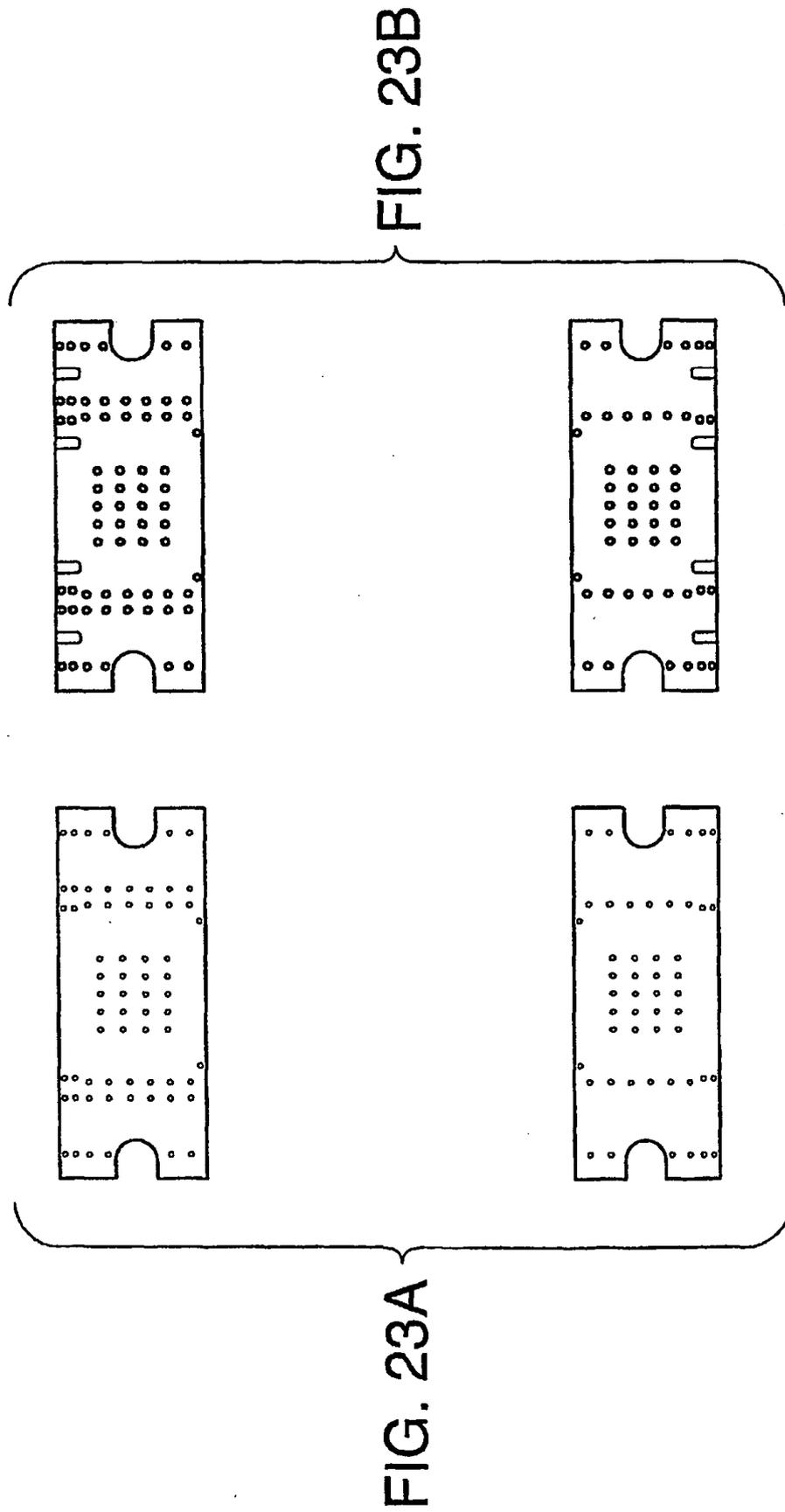


FIG. 22B



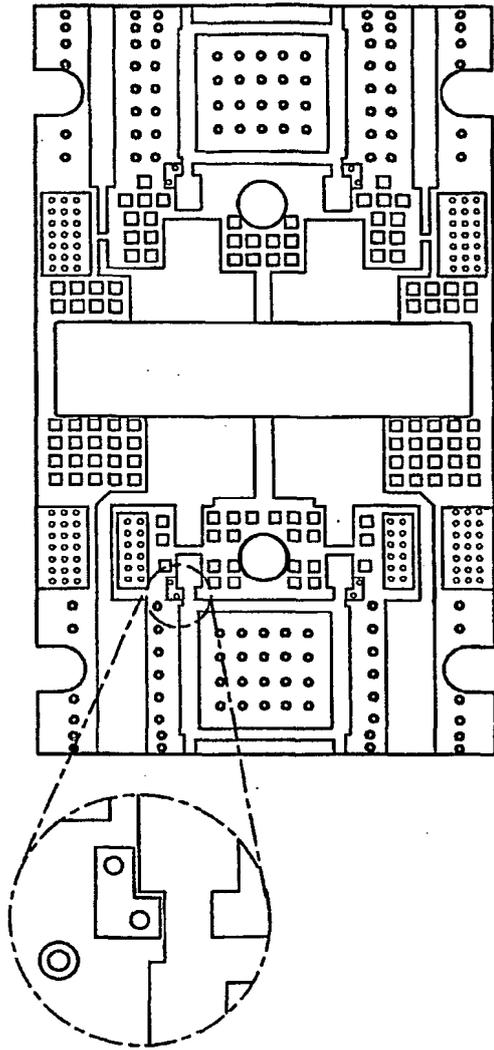


FIG. 24A

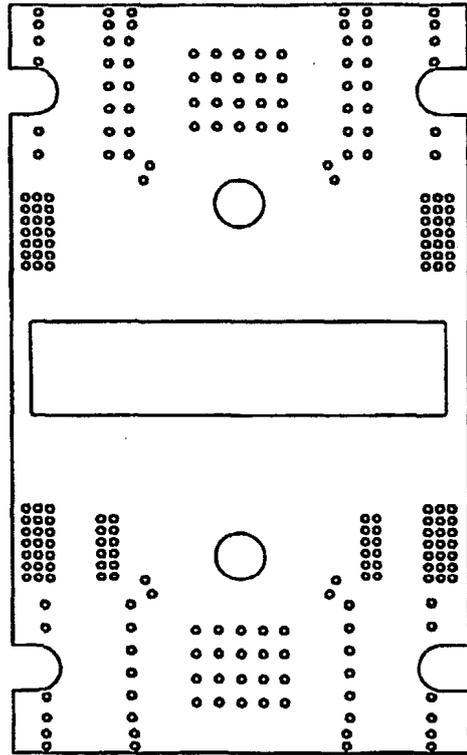


FIG. 24B

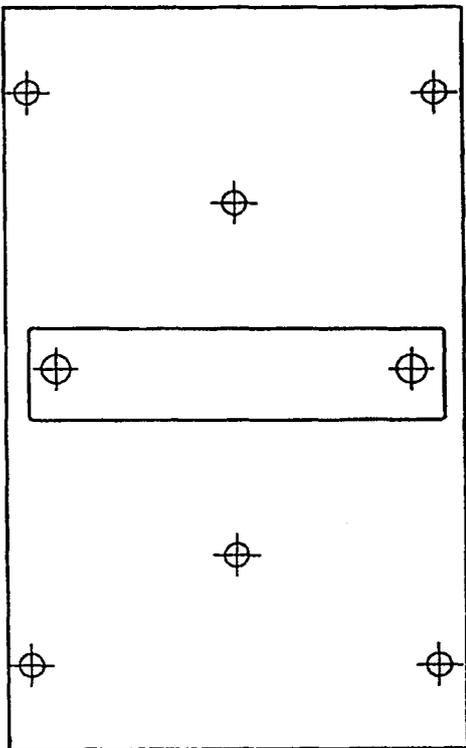


FIG. 25A

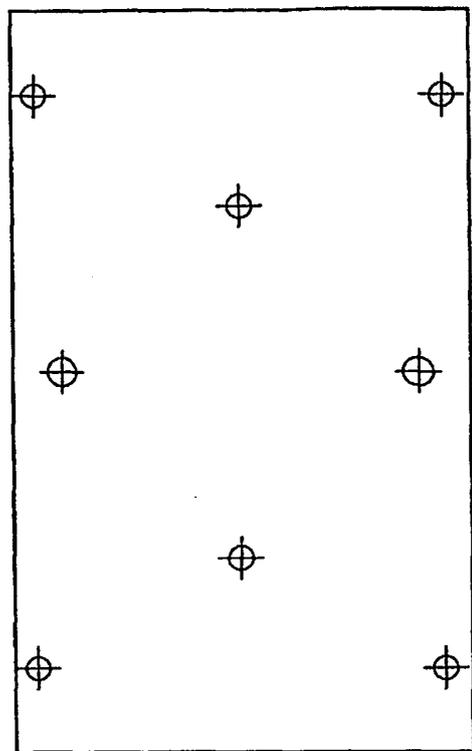


FIG. 25B

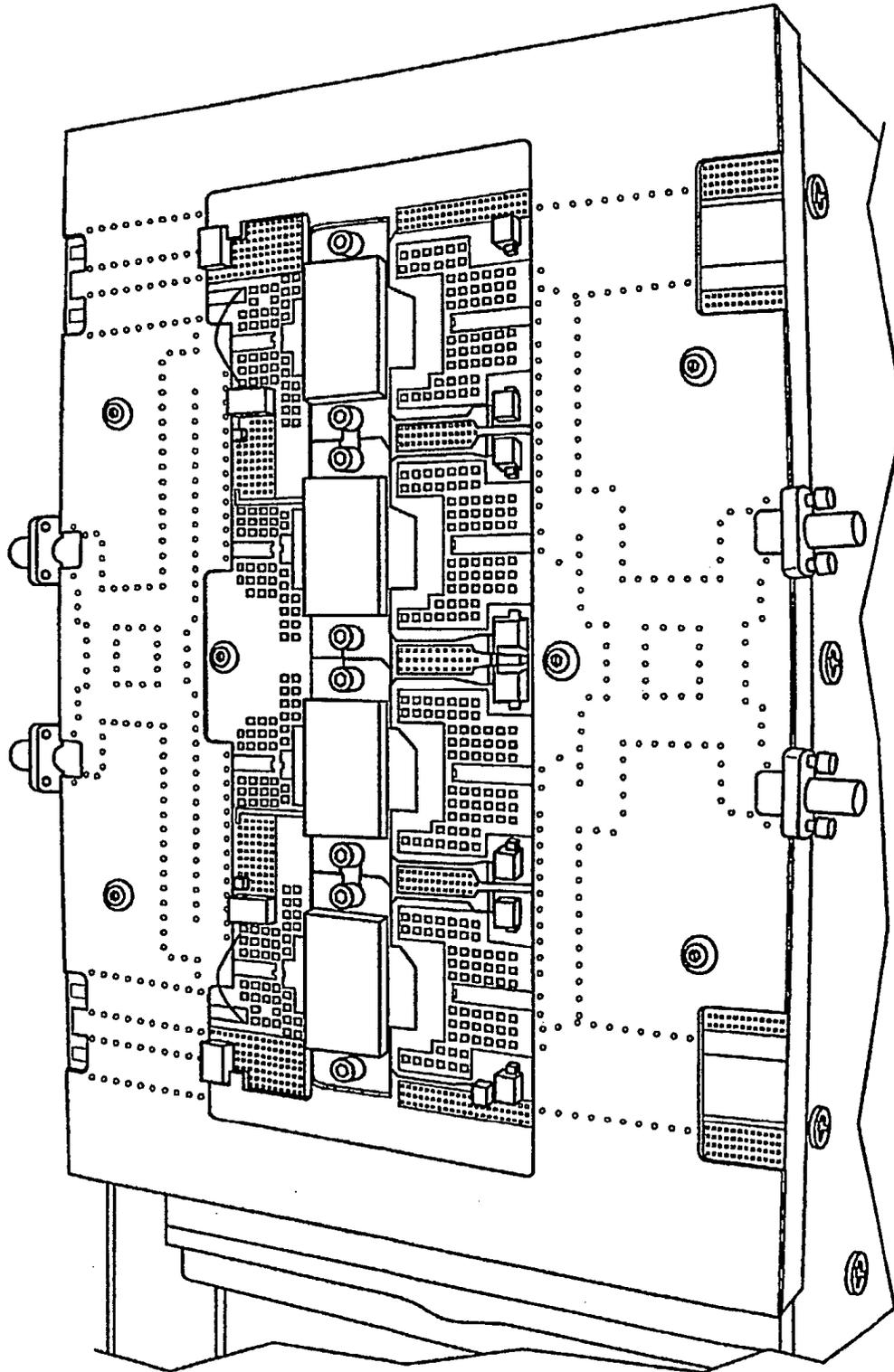


FIG. 26A

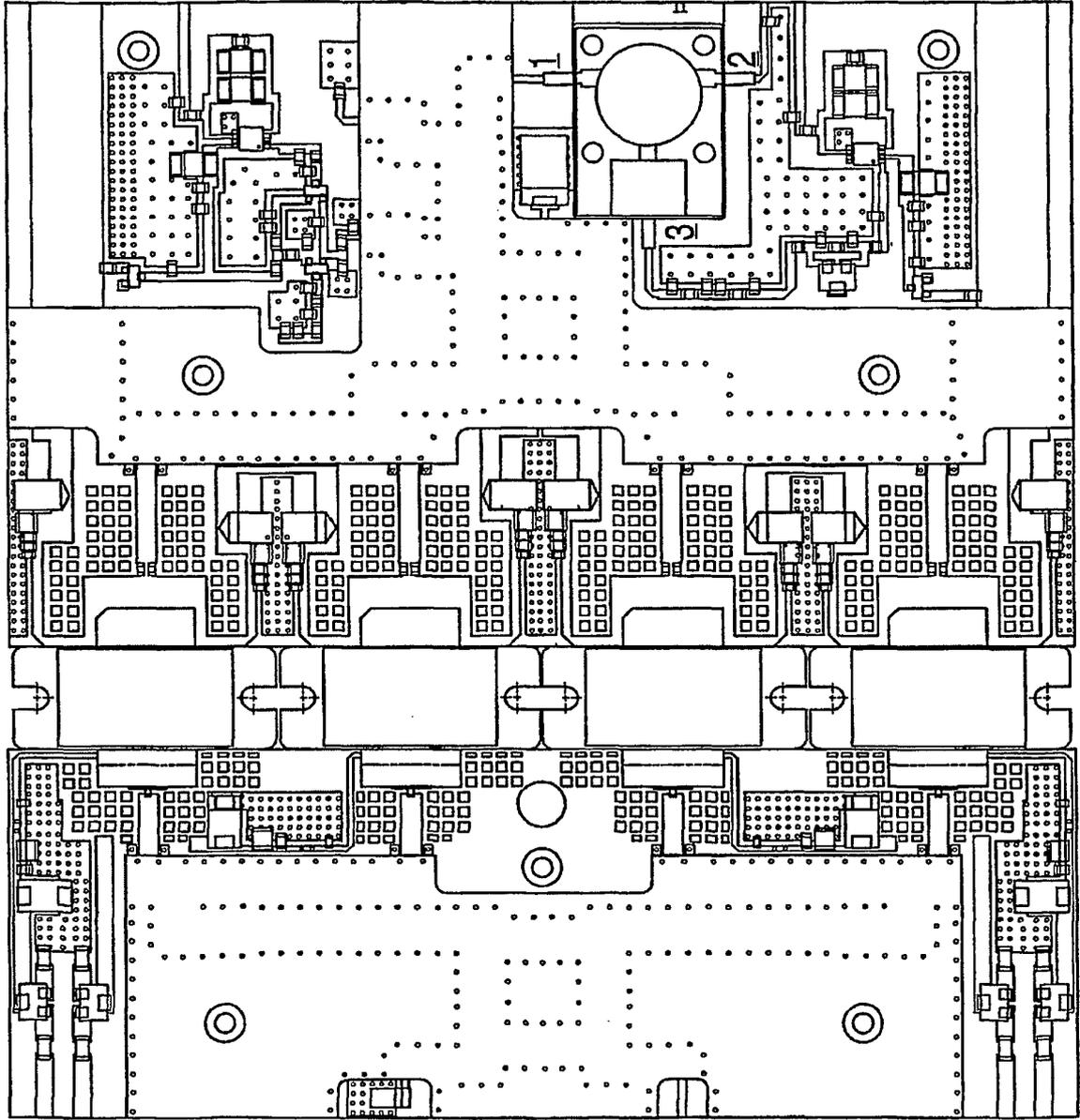


FIG. 26B

FIG. 27

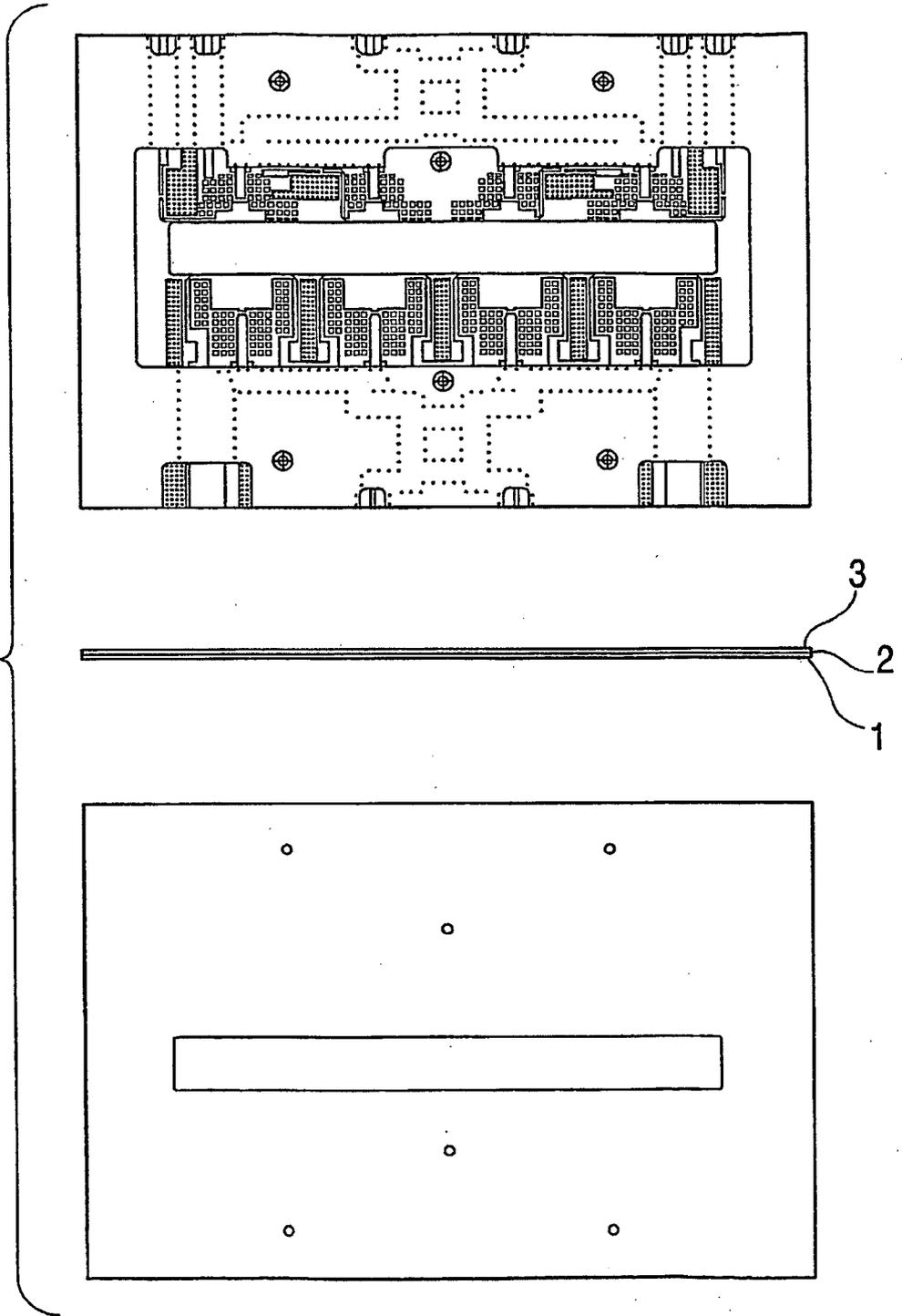
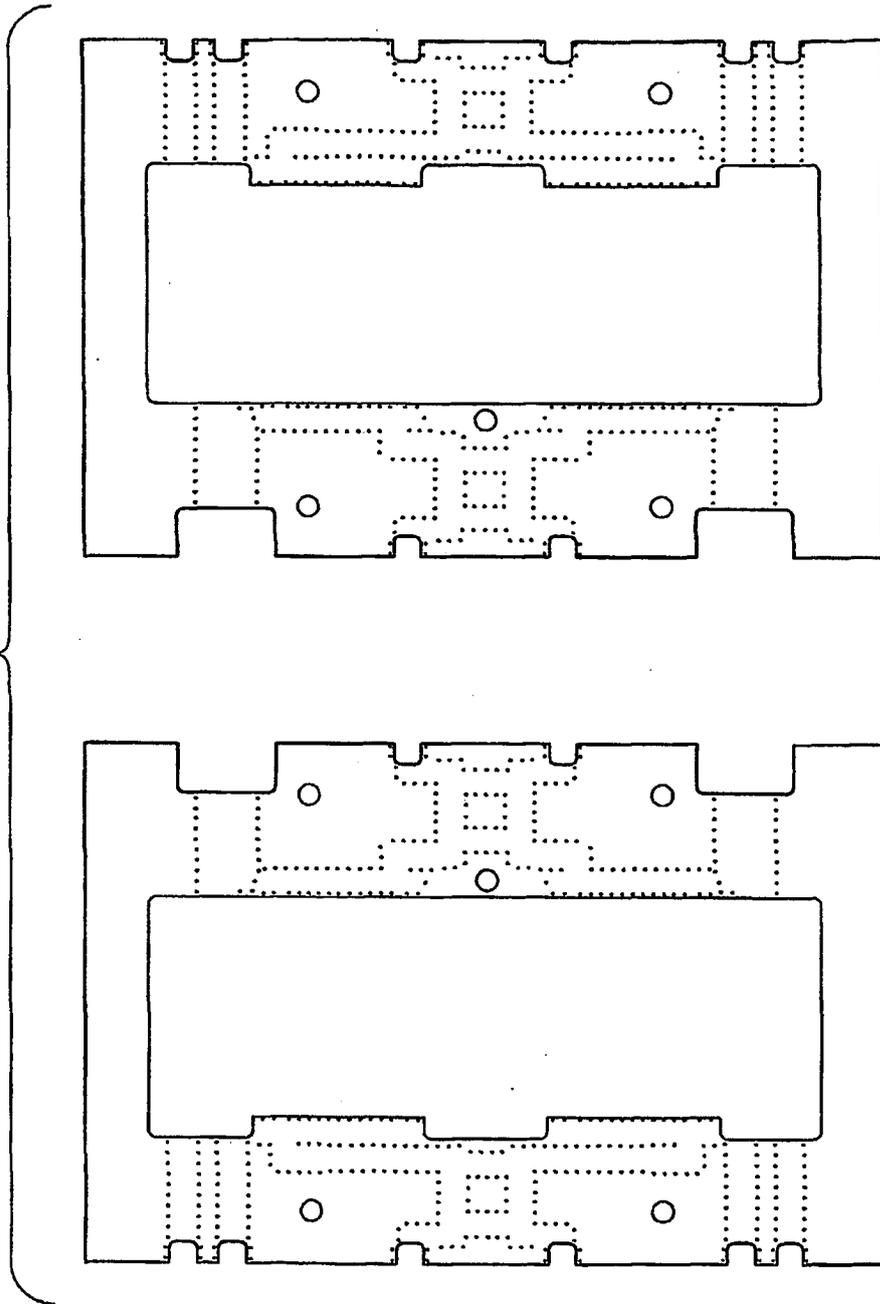


FIG. 28



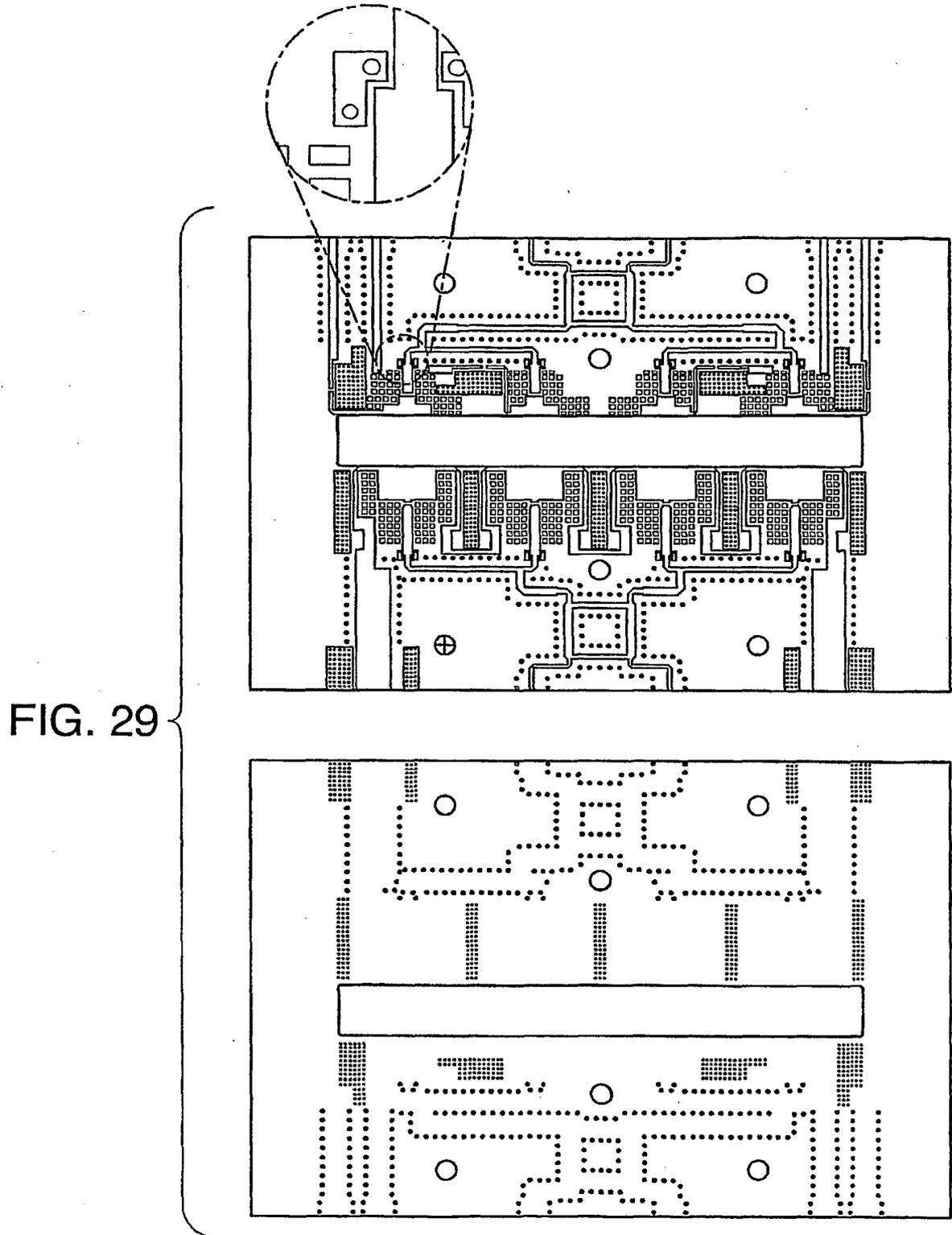
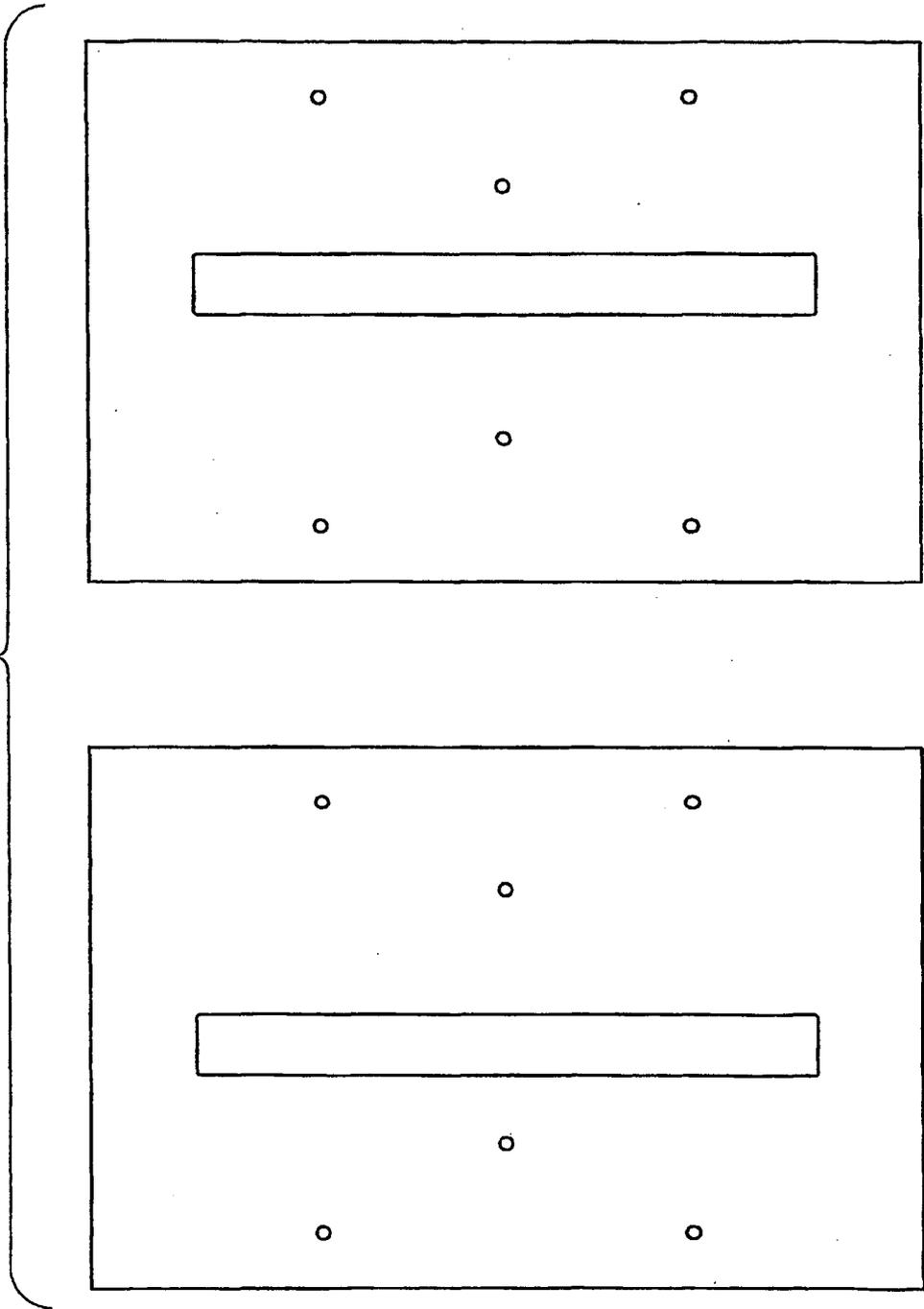


FIG. 30



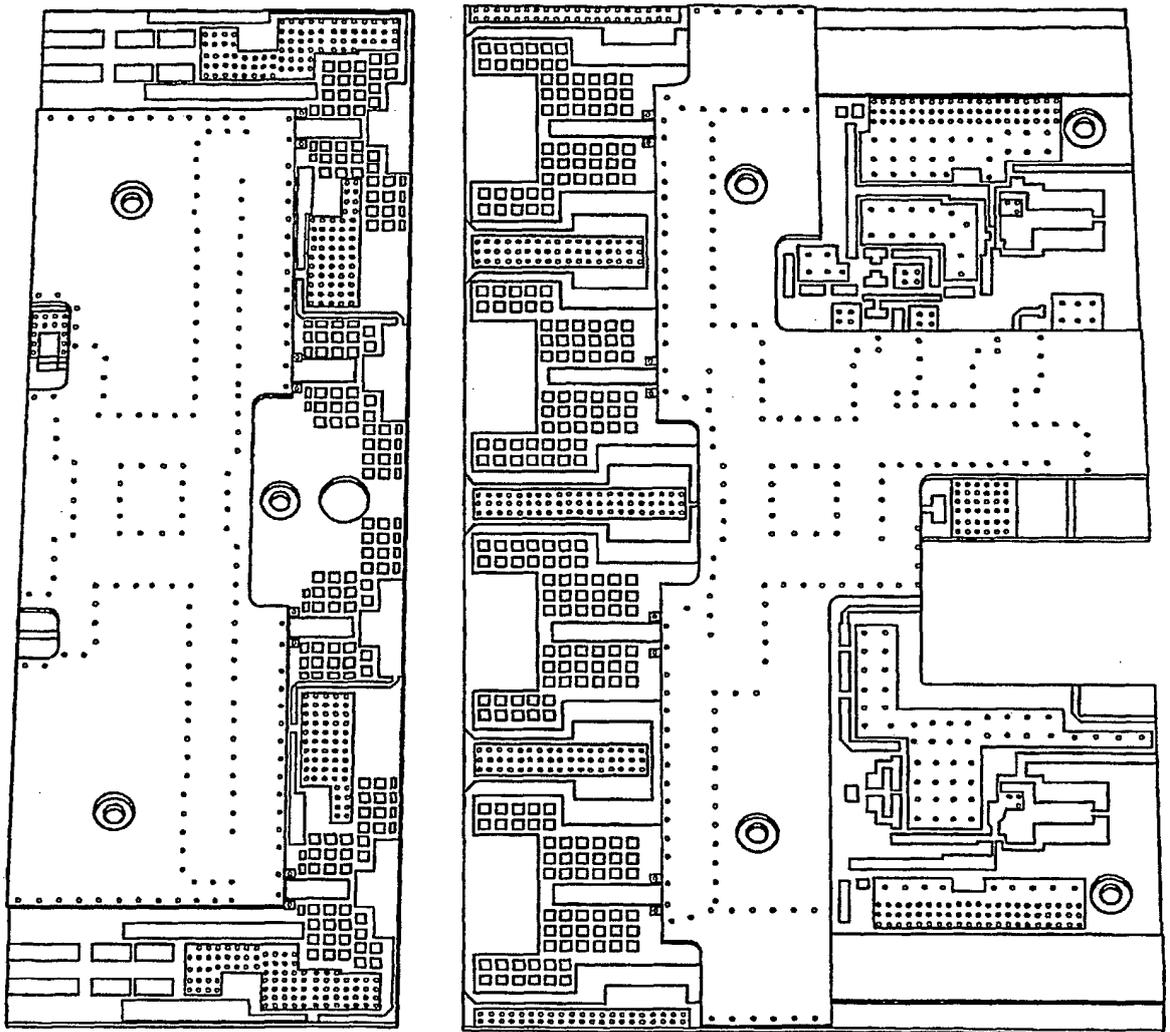


FIG. 31

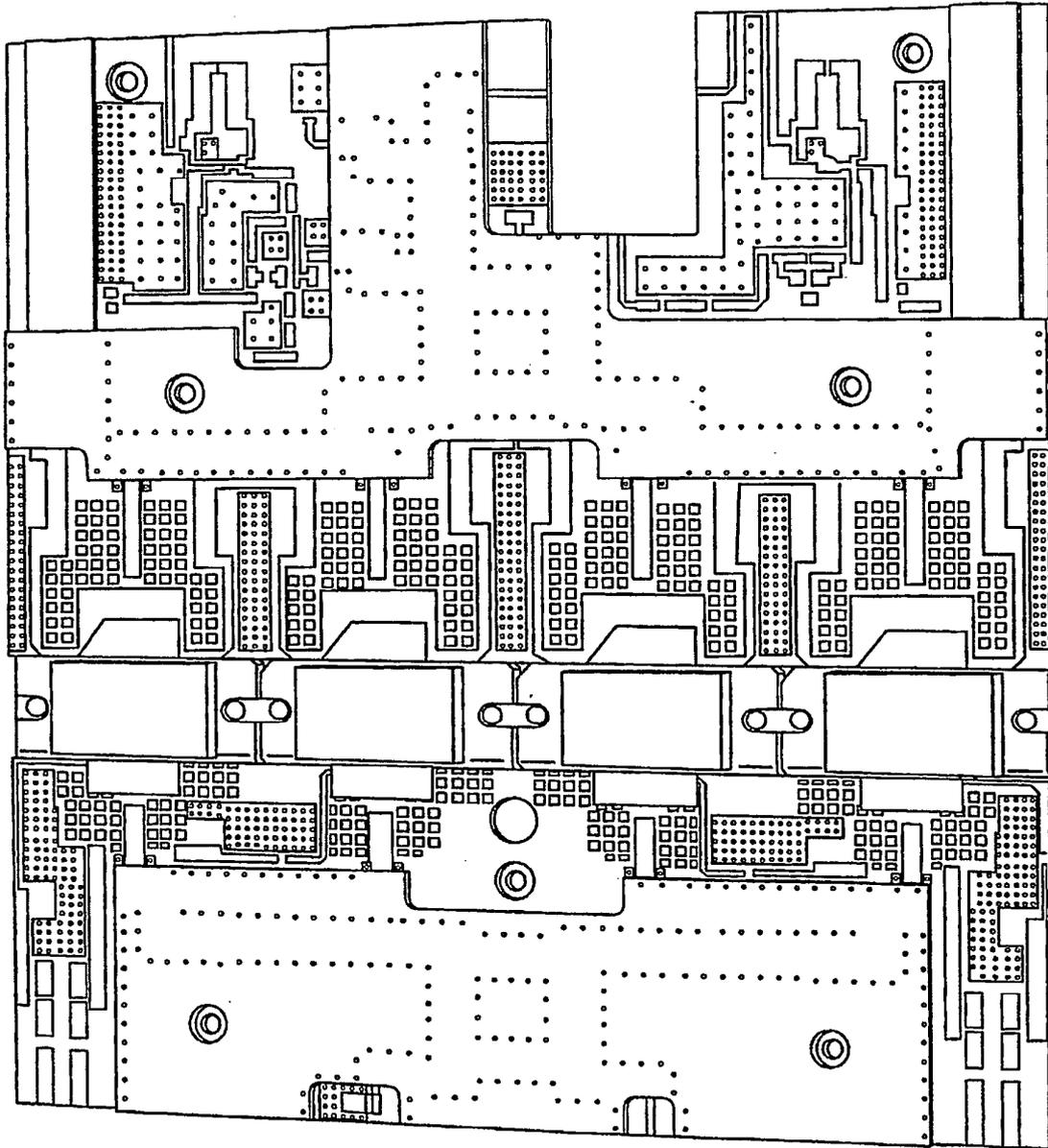


FIG. 32