

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 617**

51 Int. Cl.:

H01R 13/6461 (2011.01)

H01R 13/6466 (2011.01)

H01R 24/64 (2011.01)

H05K 1/02 (2006.01)

H05K 1/11 (2006.01)

H01R 13/6469 (2011.01)

H01R 107/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2011 PCT/US2011/001341**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2012 WO12018378**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2011 E 11749274 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 2601711**

54 Título: **Conectores eléctricos y circuitos impresos que tienen regiones de acoplamiento laterales**

30 Prioridad:

03.08.2010 US 849593

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

20.02.2018

73 Titular/es:

**COMMSCOPE TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
1100 CommScope Place SE
Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:

**BOPP, STEVEN RICHARD y
NAY, NEIL KTUL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 655 617 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

Conectores eléctricos y circuitos impresos que tienen regiones de acoplamiento laterales

Antecedentes de la Invención

5 El tema de la presente memoria se refiere por lo general a conectores eléctricos y, más en particular, a conectores eléctricos que utilizan pares diferenciales y experimentan diafonía infractora y/o pérdida de retorno.

10 Los conectores eléctricos que se utilizan comúnmente en sistemas de telecomunicaciones, tales como tomas modulares y enchufes modulares, pueden proporcionar interfaces entre ejecuciones sucesivas de cable en los sistemas de telecomunicaciones y entre los cables y los dispositivos electrónicos. Los conectores eléctricos pueden incluir conductores de unión que están dispuestos de acuerdo con los estándares industriales conocidos, tal como la Alianza de Industrias Electrónicas / Asociación de la Industria de Telecomunicaciones ("EIA/TIA")-568. El rendimiento de los conectores eléctricos se puede ver afectado de manera negativa por, por ejemplo, al menos uno de la pérdida de diafonía de extremo cercano (NEXT, por su sigla en inglés) y la pérdida de retorno. Con el fin de mejorar el rendimiento de los conectores eléctricos, las técnicas se utilizan para por lo menos uno de proporcionar compensación por la pérdida de NEXT y mejorar la pérdida de retorno.

15 Tales técnicas se han centrado en la disposición de los conductores de unión con respecto al otro dentro del conector eléctrico o la introducción de componentes para proporcionar la compensación, por ej., por medio de la compensación de NEXT. Por ejemplo, las señales de compensación se pueden crear por medio del cruce de los conductores de manera tal que una polaridad de acoplamiento entre los dos conductores se invierte. Las señales de compensación también se pueden crear en una placa de circuito del conector eléctrico por medio del acoplamiento capacitivo de dedos digitales entre sí. Sin embargo, las técnicas anteriores pueden tener capacidades limitadas para proporcionar compensación de la diafonía o para la mejora de la pérdida de retorno.

20 Por lo tanto, existe una necesidad de técnicas adicionales para mejorar el rendimiento eléctrico del conector eléctrico en por lo menos una de reducción de la diafonía y la mejora de la pérdida de retorno.

25 La Patente US 2005/0181676 revela una toma de comunicación configurada para recibir un tapón para formar una conexión de comunicación. La toma comprende contactos de toma y una placa de circuito impreso con acoplamientos capacitivos entre rastros para la compensación de diafonía de extremo lejano (FEXT, por su sigla en inglés).

La Patente US 2006/0121790 revela un conector de comunicaciones que incluye un sustrato de montaje dieléctrico, cuatro pares de conductores montados en el sustrato de montaje, y cruces entre los conductores de los pares.

30 Breve Descripción de la Invención

De acuerdo con diversas formas de realización de la invención, se proporciona una placa de circuito impreso de acuerdo con la reivindicación 1

Además, se proporciona un conector eléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, el conector eléctrico comprende la placa de circuito impreso.

35 Breve Descripción de las Figuras

La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un conector eléctrico formado de acuerdo con una forma de realización.

40 La Figura 2 es una vista lateral esquemática del conector eléctrico de la Figura 1 mientras engrana un conector de enchufe.

La Figura 3 es una vista en perspectiva ampliada de un extremo de unión del submontaje de contacto mostrado en la Figura 2.

La Figura 4 es una vista en perspectiva de un circuito impreso formado de acuerdo con una forma de realización que se puede utilizar con el conector de la Figura 1.

45 La Figura 5 es una vista en alzado del circuito impreso que se muestra en la Figura 4 que ilustra una disposición de los terminales de entrada y de salida y los rastros de señales.

La Figura 6 es una vista en perspectiva del circuito impreso de la Figura 4 que ilustra una región de acoplamiento lateral.

La Figura 7 ilustra una vista en perspectiva ampliada de porciones lineales de dos rastros de señales apilados.

La Figura 8 es una vista lateral de una porción del circuito impreso de la Figura 4 que ilustra las posiciones relativas de los rastros de señales en la región de acoplamiento lateral.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de otro circuito impreso formado de acuerdo con una forma de realización que se puede utilizar con el conector de la Figura 1.

5 La Figura 10 es una vista en planta de una capa de señal en el circuito impreso de la Figura 9.

La Figura 11 es una vista en planta de otra capa de señal en el circuito impreso que se muestra en la Figura 9.

La Figura 12 es una vista en planta de otra capa de señal en el circuito impreso que se muestra en la Figura 9.

La Figura 13 es una vista en planta de otra capa de señal en el circuito impreso que se muestra en la Figura 9.

10 La Figura 14 es una vista en alzado del circuito impreso que se muestra en la Figura 9 que ilustra una disposición de los terminales de entrada y de salida y los rastros de señales.

La Figura 15 es una vista lateral de una porción del circuito impreso de la Figura 9 que ilustra las posiciones relativas de los rastros de señales en una región de acoplamiento lateral.

La Figura 16 es una vista lateral esquemática de un conector eléctrico que tiene el circuito impreso de la Figura 9.

La Figura 17 es un diagrama de polaridad de la diafonía del conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

15 La Figura 18 ilustra la suma de vectores para el conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

La Figura 19 ilustra, a través de una suma de vectores, un efecto que la etapa B1 de NEXT tiene sobre la diafonía para el conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

La Figura 20 ilustra, a través de una suma de vectores, un efecto que la etapa B2 de NEXT tiene sobre la diafonía para el conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

20 La Figura 21 ilustra, a través de una suma de vectores, un efecto que la etapa B3 de NEXT tiene sobre la diafonía para el conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

La Figura 22 ilustra, a través de una suma de vectores, un efecto que la etapa B4 de NEXT tiene sobre la diafonía para el conector eléctrico mostrado en la Figura 16.

Descripción Detallada de la Invención

25 La Figura 1 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un conector eléctrico 100 formado de acuerdo con una forma de realización, y la Figura 2 es una vista lateral esquemática del conector eléctrico 100 engranado con un enchufe modular 102 (Figura 2). De acuerdo con muestra, el conector eléctrico 100 incluye un alojamiento del conector 104 (Figura 1) que tiene una cámara interior 106 (Figura 1) que está configurada para recibir el enchufe modular 102. El conector eléctrico 100 también incluye un submontaje de contacto 110 y un submontaje de terminal 30 112. El submontaje de contacto 110 incluye una matriz 114 de conductores de unión 116, una matriz 118 de contactos intermedios 120, y un soporte de montaje 122 que sujeta los conductores de unión 116 y los contactos intermedios 120. En la realización ilustrada, cada conductor de unión 116 está conectado de manera eléctrica a un contacto intermedio correspondiente 120. De manera opcional, el submontaje de contacto 110 puede incluir un montaje de soporte 129 para soportar los conductores de unión 116. El montaje de soporte 129 puede incluir postes de montaje y un bloque de soporte que se describen de manera adicional en la publicación de patente Núm. US 35 2011/171858. Sin embargo, el montaje de soporte 129 es opcional y las formas de realización descritas en la presente memoria pueden no incluir el montaje de soporte 129.

El submontaje de contacto 110 también incluye un primer circuito impreso o circuito impreso primario 124 que se engrana con los contactos intermedios 120. El circuito impreso 124 puede incluir materiales conductores (por ej., 40 rastros, vías, y similares) que se depositan en un sustrato dieléctrico 125 del circuito impreso 124. En la forma de realización ilustrada, el circuito impreso 124 es una placa de circuito y el sustrato dieléctrico 125 es un sustrato de tablero rígido. Sin embargo, en formas de realización alternativas, el circuito impreso 124 puede ser, por ejemplo, un circuito flexible que incluye un sustrato dieléctrico que permite el doblado o la flexión.

El submontaje de terminal 112 incluye un alojamiento o cuerpo de carga 126 (Figura 1) y una pluralidad de contactos 45 de terminal 128 en poder del cuerpo de carga 126. Para fines ilustrativos, la alojamiento del conector 104 y el cuerpo de carga 126 no se muestran en la Figura 2. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 2, los contactos de terminal 128 están configurados para engranar los conductores de carga 130. Los conductores de carga 130 pueden ser, por ejemplo, conductores de cable de un cable de comunicación (no mostrado). De manera opcional, los contactos de terminal 128 incluyen contactos de desplazamiento de aislamiento (IDC, por su sigla en inglés) para la conexión 50 eléctrica de los conductores de carga 130 al circuito impreso 124. De manera alternativa, los conductores de carga 130 se pueden terminar al submontaje de contacto 110 a través de una conexión soldada, una conexión engarzada,

y/o similares. Cuando está montado, el submontaje de contacto 110 es sostenido por el alojamiento del conector 104 de manera tal que la matriz 114 de conductores de unión 116 está dispuesta dentro de la cámara interior 106. Los conductores de unión 116 y los contactos de terminal 128 están interconectados a través del circuito impreso 124.

5 También se muestra en la Figura 2, que cada conductor de unión 116 dentro de la matriz 114 incluye una superficie de unión 132 que está configurada para ser posicionada dentro del interior de la cámara 106 (Figura 1). Las superficies de unión 132 están configuradas para interconectarse con ciertos contactos de unión o enchufe 134 del enchufe modular 102, que por lo general se denominan referidos como una interfaz de unión 136 entre el conector eléctrico 100 y el enchufe modular 102.

10 De manera opcional, el conector eléctrico 100 puede incluir también un segundo circuito impreso o un circuito impreso secundario 140 que está dispuesto dentro de una cavidad del soporte de montaje 122. Los conductores de unión 116 pueden enganchar el circuito impreso 140 en un extremo de unión 142 del circuito impreso 140. Los contactos intermedios 120 se pueden conectar de manera eléctrica al circuito impreso 140 en un extremo de carga 146. Por ejemplo, los conductores de unión 116 pueden engranar almohadillas de contacto correspondientes 144 en el circuito impreso 140, y los contactos intermedios 120 pueden engranar almohadillas de contacto correspondientes (no se muestran) en el circuito impreso 140. Como tal, el circuito impreso 140 puede proporcionar trayectorias de interconexión paralelas X1 y X2 de la interfaz de unión 136 a los contactos intermedios 120 o el circuito impreso 124. La trayectoria de interconexión X1 se extiende desde la interfaz de unión 136 a través de los conductores de unión 116 a los contactos intermedios 120. La trayectoria de interconexión X2 se extiende desde la interfaz de unión 136 al extremo de unión 142 del circuito impreso 140, a través del circuito impreso 140 al extremo de carga 146, y a los contactos intermedios 120. El circuito impreso 140 puede tener varias configuraciones que están, por ejemplo, configuradas para mejorar el rendimiento eléctrico del conector eléctrico 100. Tales formas de realización se describen con mayor detalle en la publicación de Patente de los Estados Unidos Núm. US 2011/053431.

25 En la forma de realización ilustrada, el conector eléctrico 100 es un conector modular, tal como, pero no se limitan a, una salida RJ-45 o toma de comunicación. Sin embargo, el tema descrito y/o ilustrado en la presente memoria es aplicable a otros tipos de conectores eléctricos. En algunas formas de realización, la disposición de los conductores de unión 116 se puede determinar por lo menos parcialmente por estándares de la industria, tales como, pero no se limitan a, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por su sigla en inglés) 60603-7 o la Alianza de Industrias Electrónicas / Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (EIA/TIA) -568. En una forma de realización de ejemplo, el conector eléctrico 100 incluye ocho conductores de unión 116 que comprenden cuatro pares diferenciales P1 a P4. Sin embargo, el conector eléctrico 100 puede incluir cualquier número de conductores de unión 116.

30 Los contactos de enchufe 134 del enchufe modular 102 están configurados para engranar de manera selectiva los conductores de unión 116 de la matriz 114. Cuando los contactos de enchufe 134 se engranan a los conductores de unión 116 en las superficies de unión correspondientes 132, se pueden generar señales infractoras que provocan ruido/diafonía. La diafonía infractora (también denominada como la pérdida de NEXT) es creada por los conductores o contactos adyacentes o cercanos a través de acoplamiento capacitivo e inductivo que produce un cambio no deseado de energía electromagnética entre un primer par diferencial y/o el conductor de unión a un segundo par diferencial y/o conductor de unión.

35 Las técnicas para proporcionar una compensación se pueden utilizar a lo largo de las trayectorias de interconexión X1 y X2, tales como la inversión de la polaridad de acoplamiento de diafonía entre los conductores/rastros de unión y/o por el uso de componentes discretos. A modo de ejemplo, una banda 133 de material dieléctrico puede soportar los conductores de unión 116 como los conductores de unión 116 se cruzan entre sí en una región de transición 135 (Figura 2). En otras formas de realización, las placas no óhmicas y componentes discretos, tales como, resistencias, capacitores, y/o inductores se pueden utilizar a lo largo de las trayectorias de interconexión X1 y X2 para proporcionar una compensación para reducir o cancelar la diafonía infractora y/o para mejorar el rendimiento general del conector. Además, las trayectorias de interconexión X1 y X2 pueden incluir una o más etapas de NEXT. Una "etapa de NEXT", de acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, es una región donde existe acoplamiento de la señal (es decir, acoplamiento de diafonía) entre los conductores o pares de conductores de diferentes pares diferenciales y donde la magnitud y la fase de la diafonía son sustancialmente similares, sin cambios bruscos. La etapa de NEXT podría ser una etapa de pérdida de NEXT, donde se generan señales infractoras, o una etapa de compensación de NEXT, donde se proporciona la compensación de NEXT.

40 Además, de acuerdo con lo que se describirá en mayor detalle a continuación, el circuito impreso 124 incluye una o más regiones de acoplamiento laterales. Una "región de acoplamiento lateral", de acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, está formada de manera colectiva por rastros de señales que están configurados para transmitir una corriente de señal entre terminales correspondientes de entrada y de salida (o nodos) cuando el conector eléctrico 100 está en funcionamiento. A lo largo de una región de acoplamiento lateral, los rastros de señales experimentan acoplamiento de diafonía entre sí que se puede utilizar para la compensación para reducir o cancelar la diafonía infractora y/o para mejorar el rendimiento global del conector. La región de acoplamiento lateral puede estar configurada para ajustar el conector eléctrico 100. En algunas formas de realización, la corriente de señal puede ser una corriente de señal de frecuencia de banda ancha.

La Figura 3 es una vista en perspectiva ampliada de una porción de extremo de unión 150 del submontaje de contacto 110. A modo de ejemplo, la matriz 114 puede incluir ocho conductores de unión 116 que están dispuestas como una pluralidad de pares diferenciales P1 a P4. Cada par diferencial P1 a P4 consiste en dos conductores de unión 116 asociados en el que un conductor de unión 116 transmite una corriente de señal y el otro conductor de unión 116 transmite una corriente de señal que es de aproximadamente 180° fuera de fase con el conductor de unión asociado. Por convención, el par diferencial P1 incluye los conductores de unión +4 y -5; el par diferencial P2 incluye los conductores de unión +6 y -3; el par diferencial P3 incluye los conductores de unión +2 y -1; y el par diferencial P4 incluye los conductores de unión +8 y -7. De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, los símbolos (+) y (-) representan polaridades positiva y negativa de los conductores de unión. Un conductor de unión marcado con (+) es de polaridad opuesta a un conductor de unión marcado con (-), y, como tal, el conductor de unión marcado con (-) lleva una señal que es aproximadamente 180° fuera de fase con el conductor de unión marcado con (+).

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 3, los conductores de unión +4 y -5 del par diferencial P1 están situados entre los conductores de unión +6 y -3 que forman el par diferencial P2. En otras palabras, los conductores de unión +6 y -3 del par diferencial P2 están separados por los conductores de unión +4 y -5 y se dice que están divididos por los conductores de unión +4 y -5 del par diferencial P1. Cuando se inserta el enchufe modular 102 (Figura 2) en la cámara interior 106 (Figura 1), los contactos de enchufe 134 engranan conductores de unión 116 correspondientes o seleccionados. La diafonía de extremo cercano (NEXT) se puede desarrollar entre los conductores de unión 116 de los pares diferenciales P1 y P2 cuando los contactos de enchufe 134 se engranan a los conductores de unión 116 seleccionados a lo largo de las superficies de unión 132 correspondientes.

La Figura 4 es una vista en perspectiva del circuito impreso 124 formado de acuerdo con una forma de realización. En la forma de realización ilustrada, el circuito impreso 124 es una placa de circuito y el sustrato dieléctrico 125 es un sustrato de tablero. De acuerdo con lo mostrado, el sustrato dieléctrico 125 está orientado con respecto a un eje longitudinal 190 que se extiende a lo largo de una longitud L_1 del sustrato dieléctrico 125, un eje lateral 191 que se extiende a lo largo de una anchura W_1 del sustrato dieléctrico 125, y un eje de orientación 192 que extiende a lo largo un espesor T_1 del sustrato dieléctrico 125. En la forma de realización ilustrada, el eje de orientación 192 se extiende en una dirección vertical. El sustrato dieléctrico 125 incluye superficies de sustrato o placa opuestas 202 y 204 que se extienden a lo largo de la longitud L_1 y la anchura W_1 , y una pluralidad de paredes laterales 205 a 208 que se extienden entre las superficies de placa 202 y 204 a lo largo del espesor T_1 . El espesor T_1 se mide a lo largo del eje de orientación 192 entre las superficies de placa 202 y 204. En la forma de realización ilustrada, el sustrato dieléctrico 125 incluye una pluralidad de capas que comprenden un material dieléctrico. Las capas se pueden apilar con respecto a la otra a lo largo del espesor T_1 del sustrato dieléctrico 125:

El circuito impreso 124 o el sustrato dieléctrico 125 pueden tener porciones de extremo opuestas 210 y 212 y una porción central 214 que se extiende entre las porciones de extremo 210 y 212 a lo largo del eje longitudinal 190. En la forma de realización ilustrada, el circuito impreso 124 puede incluir terminales de entrada 220 que están unidos al sustrato dieléctrico 125 y situados en la porción central 214. El circuito impreso 124 también puede incluir terminales de salida 222 que están conectados al sustrato dieléctrico 125 y situados en las porciones de extremo 210 y 212. Sin embargo, en formas de realización alternativas, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden estar situados en otras porciones del sustrato dieléctrico 125. Por ejemplo, la porción central 214 puede incluir ambos de los terminales de entrada y de salida 220 y 222. Las posibles configuraciones de los terminales de entrada y de salida 220 y 222 se describen en mayor detalle en la Publicación de Patente de los Estados Unidos Núm. US 2011/053431.

En la forma de realización ilustrada, los terminales de entrada 220 son agujeros pasantes o vías recubiertas que se conectan de manera eléctrica a los contactos intermedios 120 (Figura 1). Además, los terminales de salida 222 también pueden ser agujeros pasantes o vías recubiertas que se conectan de manera eléctrica a los contactos de terminal 128 (Figura 1). En la Figura 4, los terminales de entrada 220 tienen un diámetro menor que los terminales de salida 222. Sin embargo, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden tener otros diámetros. Por ejemplo, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden tener un diámetro común o los terminales de entrada 220 pueden tener un diámetro que es mayor que el diámetro de los terminales de salida 222. Además, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden estar configurados para recibir, por ejemplo, los contactos de "ojo de aguja". Sin embargo, en formas de realización alternativas, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden incluir otros elementos para conectar de manera eléctrica los contactos intermedios y de terminales 120 y 128. Por ejemplo, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 pueden incluir almohadillas de contacto.

También se muestra en la Figura 4 que los terminales de entrada y de salida 220 y 222 se extienden entre las superficies de placa 202 y 204 completamente a través del espesor T_1 del sustrato dieléctrico 125. No obstante, en formas de realización alternativas, los terminales de entrada y de salida 220 y 222 se pueden extender sólo profundidades predeterminadas en el espesor T_1 . Además, el circuito impreso 124 puede tener otros agujeros pasantes o vías que interconectan, por ejemplo, los rastros de señales del circuito impreso 124.

La Figura 5 es una vista en alzado del circuito impreso 124. El circuito impreso 124 puede incluir también los rastros de señales 231 a 238 que conectan de manera eléctrica los terminales de entrada y de salida 220 y 222. Los terminales de entrada y de salida 220 y 222 forman una pluralidad de pares asociados. Cada par asociado incluye sólo

un terminal de entrada 220 y sólo un terminal de salida 222. Los pares asociados están acoplados de manera comunicativa a un conductor de unión 116 (Figura 1) de manera tal que corriente de señal que se propaga a través del un conductor de unión 116 se propaga a través del par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222. De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, cuando los elementos separados están "acoplados de manera comunicativa" el uno al otro, los elementos separados están conectados de manera eléctrica, ya sea directa o indirectamente, para proporcionar una ruta de comunicación para señales de datos a través del conector eléctrico. Por ejemplo, el conductor de unión -5 (Figura 3), el terminal de entrada 220 que está marcado como 5 en la Figura 5, el rastro de señal 235, el terminal de salida 222 que está marcado como 5, y el contacto de terminal 128 correspondiente (Figura 2) que está acoplado de manera eléctrica y mecánica al terminal de salida 222 que está marcado como 5 proporciona una ruta de comunicación para señales de datos a través del conector eléctrico y, como tales, están acoplados de manera comunicativa entre sí.

De manera más específica, en la forma de realización ilustrada, el rastro de señal 231 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión -1 (Figura 3); el rastro de señal 232 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión +2; el rastro de señal 233 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión -3; el rastro de señal 234 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión +4; el rastro de señal 235 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión -5; el rastro de señal 236 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión +6; el rastro de señal 237 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión -7; y el rastro de señal 238 se puede conectar de manera eléctrica a un par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222 que transmiten corriente de señal del conductor de unión 8. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 5, los terminales de entrada 220 que se acoplan de manera comunicativa a los conductores de unión -3 y +6 del par diferencial dividido P2 pueden estar situados en un centro sustancialmente geométrico del circuito impreso 124.

Cada rastro de señal 231 a 238 tiene una trayectoria conductora que se extiende a lo largo del sustrato dieléctrico 125 entre los terminales de entrada y de salida 220 y 222 correspondientes del par asociado. La trayectoria conductora para cada rastro de señal 231 a 238 se puede extender dentro de un plano que se extiende paralelo a los ejes longitudinales y laterales 190 y 191. De manera más específica, la trayectoria conductora para cada rastro de señal 231 a 238 se puede extender a lo largo de una capa de señal del sustrato dieléctrico 125 entre el par asociado de terminales de entrada y de salida 220 y 222. En la forma de realización ilustrada, los rastros de señales incluyen porciones lineales interconectadas que recorren distancias en varias direcciones. A modo de ejemplo con respecto al rastro de señal 232 que solamente se muestra en la Figura 5, los rastros de señales pueden incluir porciones lineales longitudinales 290 que se extienden en una dirección que es paralela al eje longitudinal 190, porciones lineales longitudinales 291 que se extienden en una dirección que es paralela al eje lateral 191, o porciones lineales no ortogonales 293 que se extienden en una dirección que es no ortogonal con respecto a los ejes longitudinales y laterales 190 y 191. En formas de realización alternativas, las trayectorias conductoras de los rastros de señales pueden incluir porciones no lineales o porciones curvadas.

También se muestra en la Figura 5, los rastros de señales 233 a 236 se pueden apilar uno con respecto a otro para formar una región de acoplamiento lateral 250 (indicada por las líneas discontinuas). De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, una "región de acoplamiento lateral" incluye una región del circuito impreso 124 en la que por lo menos dos rastros de señales están apilados a lo largo del eje de orientación 192 y separadas por el sustrato de placa 125 a través del espesor T_1 (Figura 4) y los por lo menos dos rastros de señales se extienden paralelos entre sí para una distancia de reducción de la diafonía D_{CRTI} (mostrada en la Figura 8). Por ejemplo, cuando dos rastros de señales se apilan a lo largo del eje de orientación 192 y se separan por el sustrato de placa 125, una porción del sustrato de placa 125 separa los dos rastros de señales y se puede trazar una línea que es paralela al eje de orientación 192 que interseca los dos rastros de señales apilados. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 5, la distancia de reducción de la diafonía D_{CRTI} puede incluir tres componentes separados D_{CR1} , D_{CR2} , y D_{CR3} . La suma de D_{CR1} , D_{CR2} y D_{CR3} es igual a la distancia total de reducción de la diafonía D_{CRTI} . Una longitud de la distancia de reducción de la diafonía D_{CRTI} puede estar configurada para facilitar la compensación de la diafonía infractora. En formas de realización particulares, la región de acoplamiento lateral 250 incluye sólo tres o cuatro rastros de señales. Sin embargo, en formas de realización alternativas, la región de acoplamiento lateral 250 incluye más de cuatro rastros de señales apilados con respecto al otro a lo largo del eje de orientación 192.

La Figura 6 es una vista en perspectiva del circuito impreso 124 en el que los rastros de señales 233 a 236 y los pares asociados de terminales de entrada y de salida 220 y 222 correspondientes a los conductores de unión 3 a 6 se han aislado para ilustrar la región de acoplamiento lateral 250 del circuito impreso 124. Los rastros de señales 233 a 236 están acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión 3 a 6 que forman los pares diferenciales P1 y P2 (Figura 3). En otras palabras, en la forma de realización ilustrada, la región de acoplamiento lateral 250 incluye los rastros de señales 233 y 236 que están acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión 3 y 6 del par diferencial P2 dividido. La región de acoplamiento lateral 250 también incluye los rastros de

señales 234 y 235 que están acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión 4 y 5 del par diferencial P1, que divide el par diferencial P2. De acuerdo con lo descrito con anterioridad, los pares diferenciales P1 y P2 pueden generar diafonía infractora cuando los contactos de enchufe 134 (Figura 2) del enchufe modular 102 (Figura 1) se engranan a los conductores de unión 116 (Figura 1). La región de acoplamiento lateral 250 puede estar configurada para facilitar la compensación de la diafonía infractora o para obtener un rendimiento eléctrico deseado global. En formas de realización alternativas, los rastros de señales de la región de acoplamiento lateral 250 pueden estar acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión de otros pares diferenciales (por ej., P3 o P4).

De vuelta a la Figura 5, los terminales de entrada 220 que están conectados de manera eléctrica por los rastros de señales 233 a 236 se encuentran en la porción central 214 y los terminales de salida 222 que están conectados de manera eléctrica por los rastros de señales 233 a 236 están situados en una porción de extremo común 210. El circuito impreso 124 puede estar configurado de manera tal que los rastros de señales 233 a 236 formen la región de acoplamiento lateral 250 a medida que las trayectorias conductoras de los rastros de señales 233 a 236 se extienden desde la porción central 214 de la porción de extremo común 210. Sin embargo, en formas de realización alternativas, las trayectorias conductoras pueden divergir de manera tal que por lo menos uno de los rastros de señales 233 a 236 se extienda hacia la porción de extremo 212. También se muestra que los rastros de señales 233 a 236 se extienden entre los terminales de entrada 220 acoplados de manera comunicativa con los conductores de unión 4 y 8. En formas de realización alternativas, los rastros de señales de la región de acoplamiento lateral se pueden extender entre otros terminales de entrada.

También se muestra que las trayectorias conductoras de los rastros de señales 233 a 236 pueden cambiar de dirección por lo menos una vez en la región de acoplamiento lateral 250. Por ejemplo, en la región de acoplamiento lateral 250 los rastros de señales 233 a 236 primero se extienden en una dirección longitudinal a lo largo de la distancia de reducción de la diafonía D_{CR3} , a continuación, en una dirección ortogonal a lo largo de la distancia de reducción de la diafonía D_{CR2} , y luego en la dirección longitudinal a lo largo de la distancia de reducción de la diafonía D_{CR1} .

La Figura 7 ilustra una vista en perspectiva ampliada de las porciones lineales 302 y 304 de los dos rastros de señales 236 y 235 apilados, respectivamente. Si bien se describe a continuación con referencia específica a los rastros de señales 236 y 235, la descripción se puede aplicar de manera similar a los otros rastros de señales. De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, los rastros de señales se "apilan" cuando más de la mitad de una anchura del rastro de señal adyacente se solapa con la anchura del otro rastro de señal cuando se ve a lo largo del eje de orientación 192. De acuerdo con lo mostrado, cada una de las porciones lineales 302 y 304 de los rastros de señales apilados 236 y 235 puede incluir un primer y un segundo borde opuesto 306 y 308 y de los laterales opuestos 310 y 312. Los laterales 310 y 312 se extienden entre el primer y el segundo borde 306 y 308 y están orientados en direcciones opuestas a lo largo del eje de orientación 192. En formas de realización particulares, los primeros bordes 306 de los rastros de señales apilados 236 y 235 pueden estar alineados uno con el otro a lo largo del eje de orientación 192 de manera tal que las porciones lineales 302 y 304 se solapen completamente entre sí cuando se observan en una dirección a lo largo del eje de orientación 192. De manera más específica, los primeros bordes 306 de los rastros de señales apilados 236 y 235 pueden existir en un plano común, y los segundos bordes 308 de los rastros de señales apilados 236 y 235 también pueden existir en un plano común. En tales formas de realización, los rastros de señales apilados 236 y 235 pueden tener una anchura común W_c . Como tal, una anchura de la región de acoplamiento lateral puede ser sustancialmente igual a la anchura común W_c .

También se muestra en la Figura 7, el lateral 312 del rastro de señal 236 y el lateral 310 del rastro de señal 235 pueden estar enfrentados entre sí y tener material dieléctrico (no mostrado) que se extiende entre los mismos. Por consiguiente, las señales de diafonía se pueden generar a través de un intercambio de energía electromagnética entre los rastros de señales apilados 236 y 235. En otras palabras, las señales de diafonía se pueden generar a través del acoplamiento capacitivo e inductivo entre los laterales 310 y 312 de los rastros de señales apilados 236 y 235.

La Figura 8 es una vista lateral de una porción del circuito impreso 124 que ilustra la región de acoplamiento lateral 250 en mayor detalle. En la forma de realización ilustrada, el sustrato dieléctrico 125 incluye las capas de señales SL_1 - SL_8 que están apiladas a lo largo de las interfaces I_1 a I_7 . Las interfaces I_1 a I_7 se pueden extender sustancialmente paralelas entre sí a lo largo de los ejes longitudinales y laterales 190 y 191. Los rastros de señales 233 a 236 pueden estar depositados a lo largo de las diferentes interfaces I . En la forma de realización ilustrada, los rastros de señales 233 a 236 se extienden a lo largo de las diferentes interfaces I a lo largo de la región de acoplamiento lateral 250. También se muestra que los rastros de señales 233 a 236 pueden estar separados por una o más capas de señales SL .

La región de acoplamiento lateral 250 que se muestra en las Figuras 5, 6, y 8 es sólo un ejemplo que se puede utilizar con diversas formas de realización descritas en la presente memoria. Sin embargo, la región de acoplamiento lateral 250 se puede reconfigurar en varias formas para obtener un rendimiento eléctrico deseado para el conector eléctrico 100 (Figura 1). Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, cada rastro de señal 233 a 236 en la región de acoplamiento lateral 250 se separa de uno o más rastros de señales adyacentes por una distancia de separación SD . Cada distancia de separación SD puede ser sustancialmente uniforme en toda la región de acoplamiento lateral 250. De acuerdo con lo mostrado, el rastro de señal 236 está separado del rastro de señal 235

por la distancia de separación SD_{56} , que puede corresponder a un espesor de la capa de señal SL_3 . El rastro de señal 235 está separado del rastro de señal 233 por la distancia de separación SD_{35} , que puede corresponder a un espesor de la capa de señal SL_4 . El rastro de señal 233 está separado del rastro de señal 234 por la distancia de separación SD_{34} , que puede corresponder a los espesores de las capas de señales SL_6 y SL_5 .

5 Las distancias de separación SD se pueden cambiar de tamaño para sintonizar o facilitar el control del rendimiento eléctrico del conector eléctrico 100. Por ejemplo, en la forma de realización ilustrada, la distancia de separación SD_{56} y SD_{35} son sustancialmente iguales entre sí, y la distancia de separación SD_{34} es mayor que cualquiera de las distancias de separación SD_{56} y SD_{35} . Sin embargo, las distancias de separación SD pueden tener otros tamaños y relaciones con respecto a la otra. La distancia de separación SD se puede aumentar o disminuir entre los rastros de señales adyacentes en la región de acoplamiento lateral 250 para sintonizar la magnitud y la polaridad de la etapa de NEXT. De acuerdo con lo que se describirá en mayor detalle a continuación, las regiones de acoplamiento laterales que incluyen tres o cuatro rastros de señales puede sintonizar de manera dinámica tanto la magnitud como la fase de una etapa de NEXT.

15 Otro método para el ajuste de un efecto de la región de acoplamiento lateral 250 es el cambio de la distancia de reducción de la diafonía D_{CRT} . La distancia de reducción de la diafonía D_{CRT} debe ser por lo menos mayor que cruces inadvertidos de los rastros de señales (es decir, donde dos rastros de señales se extienden en diferentes direcciones en diferentes capas de señales y se cruzan entre sí). Por ejemplo, la distancia de reducción de la diafonía puede ser mayor que por lo menos tres veces la anchura de los rastros de señales. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 8, los rastros de señales 233 a 236 se extienden paralelos entre sí para la distancia de reducción de la diafonía D_{CRTI} a lo largo de toda la región de acoplamiento lateral 250. La distancia de reducción de la diafonía D_{CRT} se puede aumentar o disminuir para controlar el rendimiento eléctrico del conector eléctrico 100. Además, la región de acoplamiento lateral 250 puede incluir uno o más rastros de señales que se extienden por menos de la distancia de reducción de la diafonía total D_{CRTI} . Por ejemplo, de acuerdo con lo mostrado en la Figura 8; el rastro de señal 234 no se puede extender por toda la distancia de reducción de la diafonía D_{CRTI} .

25 Además de cambiar las distancias de separación SD y la distancia de reducción de la diafonía D_{CRT} , una disposición de los rastros de señales 233 a 236 con respecto al otro se puede cambiar. Por ejemplo, los rastros de señales 233 a 236 tienen una disposición diferente de los conductores de unión 116 (Figura 1) en la interfaz de unión 136 (Figura 2). De manera más específica, los rastros de señales 233 y 234 están conmutados en comparación con los conductores de unión -3 y +4 que se muestran en la Figura 3. En consecuencia, el circuito impreso 124 puede proporcionar de manera eficaz un cruce que cambia una relación eléctrica entre los rastros de señales 233 a 236.

En otras formas de realización, la región de acoplamiento lateral 250 solamente incluye tres rastros de señales. Además, en otras formas de realización, más de una región de acoplamiento lateral puede existir dentro del circuito impreso 124. Además, los rastros de señales 233 a 236 en la región de acoplamiento lateral pueden tener diferentes dimensiones. Por ejemplo, los rastros de señales 233 a 236 pueden tener diferentes anchuras.

35 La Figura 9 es una vista en perspectiva de otro circuito impreso 424 formado de acuerdo con una forma de realización que se puede utilizar con las formas de realización descritas en la presente memoria, tales como el conector eléctrico 100 (Figura 1) o 600 (Figura 15). El circuito impreso 424 incluye un sustrato dieléctrico 425 y puede tener características similares, elementos y componentes que el circuito impreso 124 y el sustrato dieléctrico 425 descrito con anterioridad. De acuerdo con lo mostrado, el circuito impreso 424 es una placa de circuito y el sustrato dieléctrico 425 es un sustrato de tablero. El sustrato dieléctrico 425 puede incluir una pluralidad de capas de señales SL_{A1} a SL_{A4} (mostradas en las Figuras 10 a 13, respectivamente) que comprenden un material dieléctrico. Las capas de señales SL_{A1} a SL_{A4} se pueden apilar con respecto a la otra a lo largo de un espesor T_2 del sustrato dieléctrico 425.

45 También se muestra que el circuito impreso 424 o el sustrato dieléctrico 425 pueden tener porciones de extremo opuestas 510 y 512 y una porción central 514 que se extiende entre las porciones de extremo 510 y 512. El circuito impreso 424 puede incluir terminales de entrada 520 que están unidos al sustrato dieléctrico 425 y situado en la porción central 514. El circuito impreso 424 también puede incluir terminales de salida 522 que están unidos al sustrato dieléctrico 425 y situados en las porciones de extremo 510 y 512. En la forma de realización ilustrada, los terminales de entrada 520 y los terminales de salida 522 son agujeros pasantes o vías recubiertas. Los terminales de entrada 520 pueden estar configurados para conectarse de manera eléctrica a los contactos intermedios (no mostrados), y los terminales de salida 522 pueden estar configurados para conectarse de manera eléctrica a los contactos de terminales (no mostrados).

55 Las Figuras 10 a 13 son vistas en alzado separadas de las capas de señales SL_{A1} a SL_{A4} , respectivamente. De acuerdo con lo mostrado en la Figura 10, una primera capa de señal SL_{A1} puede incluir dedos digitales 602 que están conectados de manera eléctrica al terminal de entrada 520 asociado con el conductor de unión -5 y los dedos digitales 604 que están conectados de manera eléctrica al terminal de entrada 520 asociado con el conductor de unión -3. Los dedos digitales 602 y 604 se pueden extender uno junto al otro y proporcionar un acoplamiento capacitivo de borde a borde entre los mismos. Del mismo modo, la primera capa de señal SL_{A1} puede incluir dedos digitales 606 que están conectados de manera eléctrica al terminal de entrada 520 asociado con el conductor de unión 8 y los dedos digitales 608 que están conectados de manera eléctrica al terminal de entrada 520 asociado con

el conductor de unión 6. Los dedos digitales 606 y 608 se pueden extender uno junto al otro y proporcionar un acoplamiento capacitivo de borde a borde entre los mismos. También se muestra que uno de los dedos digitales 602 que está asociado con el conductor de unión -5 se puede acoplar de manera capacitiva a dos dedos digitales 606 que están asociados con el conductor de unión +8.

- 5 Se debe observar que los dedos digitales 602 y 604 y los dedos digitales 606 y 608 que se muestran en la Figura 10 son opcionales. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el circuito impreso 424 no incluye los dedos digitales 602 y 604 y/o no incluye los dedos digitales 606 y 608. Además, en una forma de realización alternativa, el un dedo digital 602 que se acopla de manera capacitiva a dos dedos digitales 606 de acuerdo con lo mostrado en la Figura 10 se pueden retirar. Esto elimina de manera efectiva el acoplamiento capacitivo entre el conductor de unión -5 y el conductor de unión +8, mientras se mantiene el acoplamiento capacitivo entre el conductor de unión -3 y el conductor de unión -5 así como también el acoplamiento capacitivo entre el conductor de unión +6 y el conductor de unión +8. Por otra parte, los dedos digitales pueden estar situados en otras capas de señales. De ese modo, los dedos digitales se pueden utilizar o no en diversas realizaciones del conector eléctrico 100. En aquellas realizaciones que incluyen dedos digitales, los dedos digitales pueden tener diversas configuraciones para controlar un rendimiento eléctrico del conector eléctrico 100.

La Figura 11 ilustra una segunda capa de señal SL_{A2} que puede estar situada por debajo de la primera capa de señal SL_{A1} . La capa de señal SL_{A2} puede incluir rastros de señales 535 a 537 que conectan de manera eléctrica los pares asociados de los terminales de entrada y de salida 520 y 522 correspondientes a los conductores de unión 5 a 7, respectivamente. Los rastros de señales 535 a 537 se pueden extender a lo largo de un plano común. Con respecto a la Figura 12, una tercera capa de señal SL_{A3} puede incluir rastros de señales 532, 534, y 538 que conectan de manera eléctrica los pares asociados de los terminales de entrada y de salida 520 y 522 correspondientes a los conductores de unión 2, 4, 8, respectivamente. Los rastros de señales 532, 534, y 538 también se pueden extender a lo largo de un plano común. La tercera capa de señal SL_{A3} puede estar situada por debajo de la segunda capa de señal SL_{A2} . La Figura 13 ilustra una cuarta capa de señal SL_{A4} que incluye los rastros de señales 531 y 533 que conectan de manera eléctrica los pares asociados de los terminales de entrada y de salida 520 y 522 correspondientes a los conductores de unión 1 y 3, respectivamente. Los rastros de señales 531 y 533 también se pueden extender a lo largo de un plano común. La cuarta capa de señal SL_{A4} puede estar situada por debajo de la tercera capa de señal SL_{A3} . Si bien la descripción anterior es con respecto a las capas de señales SL_{A1} a SL_{A4} , el circuito impreso 424 puede tener capas de señales adicionales SL que se pueden ser, por ejemplo, insertar entre las capas de señales SL_{A1} a SL_{A4} .

La Figura 14 es una vista en alzado del circuito impreso 424 que muestra las capas de señales SL_{A2} a SL_{A4} apiladas con respecto a la otra. (Para fines ilustrativos, la capa de señal SL_{A1} se ha eliminado). De acuerdo con lo mostrado, el circuito impreso 424 puede incluir también una región de acoplamiento lateral 550 (indicado por las líneas de trazos). La región de acoplamiento lateral 550 incluye los rastros de señales 533, 534, y 536, que están apilados uno con respecto al otro para formar la región de acoplamiento lateral 550. Los rastros de señales 533, 534, y 536 se extienden en paralelo entre sí para una distancia de reducción de la diafonía D_{CRT2} (que se muestra en la Figura 15). La distancia de reducción de la diafonía D_{CRT2} puede incluir tres componentes separados D_{CR4} , D_{CR5} , y D_{CR6} . La suma de D_{CR4} , D_{CR5} , y D_{CR6} es igual a la distancia de reducción de la diafonía total D_{CRT2} . La distancia de reducción de la diafonía D_{CRT2} se puede configurar para facilitar la compensación de la diafonía infractora.

En la forma de realización ilustrada, la región de acoplamiento lateral 550 incluye los rastros de señales 533 y 536 que están acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión 3 y 6 del par diferencial P2 dividido. La región de acoplamiento lateral 550 también incluye el rastro de señal 534 que está acoplado de manera comunicativa a los conductores de unión 4 del par diferencial P1. La región de acoplamiento lateral 550 puede estar configurada para facilitar la compensación de la diafonía ofensiva o para obtener un rendimiento deseado. Si bien no se muestra, los rastros de señales 536, 534, y 533 puede estar igualmente separados. De manera más específica, una distancia de separación que se extiende entre los rastros de señales 536 y 534 puede ser sustancialmente igual a una distancia de separación que se extiende entre los rastros de señales 534 y 533. Además, la región de acoplamiento lateral 550 puede incluir solo los tres rastros de señales 536, 534 y 533.

La Figura 15 es una vista lateral de una porción del circuito impreso 424 (Figura 9) que ilustra posiciones relativas de los rastros de señales 536, 534, y 533 en la región de acoplamiento lateral 550. De acuerdo con lo mostrado, en la Figura 15, los rastros de señales 536 y 534 están separados entre sí por una distancia de separación $SD_{(+P2)(+P1)}$ y los rastros de señales 534 y 533 están separados por una distancia de separación $SD_{(+P1)(-P2)}$. Las distancias de separación $SD_{(+P2)(+P1)}$ y $SD_{(+P1)(-P2)}$ se pueden reconfigurar para un rendimiento deseado.

Los rastros de señales que forman regiones de acoplamiento laterales en un circuito impreso, tales como los descritos en la presente memoria, pueden tener diversas configuraciones y disposiciones. Por ejemplo, la Tabla 1 que se muestra a continuación ilustra diversas combinaciones de rastros de señales en las regiones de acoplamiento laterales. En la Tabla 1, cada rastro de señal se identifica entre un par de paréntesis y se identifica por una polaridad y un número de par diferencial. Por ejemplo, el rastro de señal 536 sería identificado como (+P2). De acuerdo con lo mostrado en la columna de la izquierda de la Tabla 1, los circuitos impresos pueden incluir regiones de acoplamiento laterales que tienen sólo dos rastros de señales. En tales formas de realización, un rastro de señal de cualquiera de una polaridad negativa o positiva de un primer par diferencial de manera electromagnética se

acopla a un segundo rastro de señal de cualquiera de una polaridad positiva o negativa de un segundo par diferencial (es decir, diferente o separado). De acuerdo con lo mostrado en la Tabla 1, se puede formar un total de cuatro combinaciones de acoplamiento entre los dos pares diferenciales diferentes (es decir, se pueden configurar cuatro disposiciones diferentes de los rastros de señales).

5 De acuerdo con lo mostrado en la columna central de la Tabla 1, los circuitos impresos pueden incluir regiones de acoplamiento laterales que tienen sólo tres rastros de señales. En tales formas de realización, un rastro de señal de cualquiera de una polaridad negativa o positiva de un primer par diferencial se encuentra entre y se acopla de manera electromagnética a dos rastros de señales de un segundo par diferencial. El primer rastro de señal del segundo par diferencial tendrá una polaridad opuesta (o 180 grados fuera de fase con respecto a) el segundo rastro de señal del segundo par diferencial. De acuerdo con ello, un total de ocho combinaciones de acoplamiento entre los dos pares diferenciales diferentes se puede formar con tres rastros de señales (es decir, ocho disposiciones diferentes de los tres rastros de señales se pueden configurar).

15 De acuerdo con lo mostrado en la columna de la derecha, los circuitos impresos pueden incluir regiones de acoplamiento laterales que tienen sólo cuatro rastros de señales. En tales formas de realización, dos rastros de señales de un primer par diferencial están situados entre y se acoplan de manera electromagnética a dos rastros de señales de un segundo par diferencial. El primer rastro de señal del primer par diferencial tendrá una polaridad opuesta (o 180 grados fuera de fase con respecto a) el segundo rastro de señal del primer par diferencial. Además, el primer rastro de señal del segundo par diferencial tendrá una polaridad opuesta (o 180 grados fuera de fase con respecto a) el segundo rastro de señal del segundo par diferencial. De acuerdo con ello, un total de ocho combinaciones de acoplamiento entre los dos pares diferenciales diferentes puede estar formado con cuatro rastros de señales. Por lo tanto, en algunas formas de realización, los rastros de señales de un par diferencial no se extienden adyacentes entre sí en una región de acoplamiento lateral. En otras palabras, los rastros de señales de un primer par diferencial tienen por lo menos un rastro de señal de un segundo par diferencial (o diferente o separado) entre los rastros de señales del primer par diferencial.

25 En formas de realización particulares donde tres o cuatro rastros de señales están dispuestos en la región de acoplamiento lateral, tanto la magnitud como la fase que existe en una etapa de NEXT se pueden sintonizar de manera dinámica en oposición a una región de acoplamiento lateral con sólo dos rastros de señales. En una región de acoplamiento lateral con sólo dos rastros de señales, solamente la magnitud de una etapa de NEXT se puede ajustar de manera dinámica. La polaridad de esta región está limitada ya sea a un cambio de fase de 0° o 180° dependiendo de cuál combinación de acoplamiento de 2 rastros de señal se utiliza (Tabla 1). Sin embargo, en las regiones de acoplamiento laterales con tres o cuatro rastros de señales, tanto la magnitud como la fase de una etapa de NEXT se pueden ajustar por medio de la localización de por lo menos un rastro de señal de cualquiera de una polaridad positiva o negativa de un primer par diferencial entre dos rastros de señales de un segundo par diferencial en una región de acoplamiento lateral. Además, por medio de la variación de las distancias de separación entre los rastros de señales, la polaridad y la magnitud se pueden sintonizar a un rendimiento deseado. A diferencia de los conectores existentes, la polaridad y la magnitud se pueden ajustar de manera independiente de la ubicación de la etapa de NEXT a lo largo de una trayectoria de interconexión.

Tabla 1

Permutaciones de Acoplamiento de Diafonía entre Dos Pares Diferenciales				
2 Rastros de señales	3 Rastros de señales		4 Rastros de señales	
(-P2)(+P1)	(-P2)(+P1)(+P2)	(-P1)(-P2)(+P1)	(-P2)(+P1)(+P2)(-P1)	(-P1)(-P2)(+P1)(+P2)
(-P2)(-P1)	(-P2)(-P1)(+P2)	(-P1)(+P2)(+P1)	(-P2)(-P1)(+P2)(+P1)	(-P1)(+P2)(+P1)(-P2)
(+P2)(+P1)	(+P1)(-P2)(+P1)	(+P2)(+P1)(-P2)	(+P1)(-P2)(-P1)(+P2)	(+P2)(+P1)(-P2)(-P1)
(+P2)(-P1)	(+P1)(+P2)(-P1)	(+P2)(-P1)(-P2)	(+P1)(+P2)(-P1)(-P2)	(+P2)(-P1)(+P2)(-P1)

40 La Figura 16 es una vista lateral esquemática de un conector eléctrico 600 que tiene el circuito impreso 424. La Figura 16 ilustra secciones del conector eléctrico donde los vectores de diafonía B₀, B₁, B₂, B₃, y B₄ se pueden medir para el conector eléctrico 600. La Figura 17 es un diagrama esquemático de la diafonía que se produce entre los pares diferenciales P1 y P2 en el conector eléctrico 600 en un esquema de compensación de etapa de NEXT cinco.

45 De acuerdo con lo mostrado en la Figura 18, los vectores de diafonía B₀(0), B₁(0), B₂(0), B₃(0), y B₄(0) (indicado por las flechas de trazos en la Figura 18) representan la magnitud y la polaridad de la diafonía infractora o la diafonía de compensación en las diferentes etapas del conector eléctrico 600 sin la influencia del tiempo de retardo. De manera más específica, el vector B₀(0) representa la diafonía infractora en la Etapa 0 que se produce en una interfaz de

unión 636 (Figura 16) entre un enchufe modular 615 (Figura 16) y los conductores de unión 614 (Figura 16) del conector eléctrico 600. El vector $B_1(0)$ representa la magnitud y la polaridad de la diafonía de compensación en la Etapa 1 que se pueden producir debido a los conductores de unión +4 y -5 que se cruzan entre sí sin la influencia de la demora de tiempo. El vector $B_2(0)$ representa la magnitud y la polaridad de la diafonía de compensación en la Etapa II que se pueden producir entre los contactos intermedios 620 sin la influencia del tiempo de retardo. El vector $B_3(0)$ representa la magnitud y la polaridad de la diafonía de compensación en la Etapa III que se pueden producir a lo largo de una superficie del circuito impreso 424 y los terminales de entrada 520 (Figura 9) que se extiende a través del mismo sin la influencia del tiempo de retardo. El vector $B_4(0)$ representa la diafonía de compensación en la Etapa IV que se puede producir entre los rastros de señales 533, 534, y 536 (Figura 14) dentro de la región de acoplamiento lateral 550 (Figura 14).

El vector $B_4(0)$ ilustra que un cambio en la polaridad relativa al vector $B_3(0)$ ya no se limita a un cambio de fase de 0° y 180° . Por medio de la variación de las distancias de separación SD entre los tres rastros de señales en la región de acoplamiento lateral, la polaridad y la magnitud de una etapa de NEXT se pueden ajustar a un nivel de rendimiento deseado. Como resultado, a diferencia de los conectores eléctricos conocidos, esta técnica de sintonización se puede utilizar de manera independiente del lugar donde se produce una etapa de NEXT a lo largo de la trayectoria de interconexión.

Con el fin de reducir de manera eficaz los efectos de la diafonía infractora que se producen en la Etapa 0, la diafonía generada en la Etapa 0 se debe reducir o anular de manera eficaz por la diafonía de compensación generada en las Etapas I a IV. Las Figuras 19 a 22 ilustran diagramas de vectores de la adición vectorial de las diversas etapas de NEXT que se producen. Cada una de las Figuras 19 a 22 ilustra un vector resultante (indicado por líneas de trazos) que representa un efecto que la etapa de NEXT correspondiente puede tener sobre la diafonía. Las etapas de NEXT se pueden configurar para reducir o cancelar de manera eficaz la diafonía infractora. Por ejemplo, con respecto a la Figura 19, el vector $B_0(0^\circ)$ representa la magnitud y la fase total de la diafonía infractora en la Etapa 0 que se puede producir debido a la superficie de unión 132 (Figura 2) entre el enchufe modular 102 (Figura 2) y el submontaje de contacto 110 (Figura 2). El vector $B_1(\varphi_1)$ representa la magnitud y el retardo de fase total de la diafonía de compensación en la Etapa I que se pueden producir debido a los conductores de unión +4 y -5 si se cruzan entre sí. El retardo de fase total del vector B_1 está compuesto por la polaridad relativa a B_0 y el retardo de fase, φ_1 , debido al tiempo que tarda una señal para viajar entre la Etapa 0 y la Etapa I. El vector $B_1(\varphi_1)$ es el vector resultante de la magnitud y la fase del vector $B_0(0^\circ)$ que se añade a la magnitud y la fase de vector $B_1(\varphi_1)$.

Con respecto a la Figura 20, el vector $B_2(\varphi_2)$ representa la magnitud y el retardo de fase total de la diafonía de compensación en la Etapa II que se pueden producir entre los contactos intermedios 620. El retardo de fase total del vector B_2 está compuesto por la polaridad relativa a B_1 y el retardo de fase, φ_2 , debido al tiempo que tarda una señal para viajar entre la Etapa I y la Etapa II. El vector $B_{II}(\varphi_{II})$ es el vector resultante de la magnitud y la fase del vector $B_1(\varphi_1)$ que se añade a la magnitud y la fase de vector $B_2(\varphi_2)$.

Con respecto a la Figura 21, el vector $B_3(\varphi_3)$ representa la magnitud y el retardo de fase total de la diafonía de compensación en la Etapa III que se puede producir a lo largo de una superficie del circuito impreso 424 y los terminales de entrada 520. El retardo de fase total del vector B_3 está compuesto por la polaridad relativa a B_2 y el retardo de fase, φ_3 , debido al tiempo que tarda una señal para viajar entre la Etapa II y la Etapa III. El vector $B_{III}(\varphi_{III})$ es el vector resultante de la magnitud y la fase del vector $B_{II}(\varphi_{II})$ que se añade a la magnitud y la fase de vector $B_3(\varphi_3)$.

Con respecto a la Figura 22, el vector $B_4(\varphi_4)$ representa la magnitud y el retardo de fase total de la diafonía de compensación en la Etapa IV que se puede producir entre los rastros de señales 533, 534, y 536 dentro de la región de acoplamiento lateral 550. El retardo de fase total del vector B_4 está compuesto por la polaridad relativa a B_3 y el retardo de fase, φ_4 , debido al tiempo que tarda una señal para viajar entre la Etapa III y la Etapa IV. La magnitud y la fase de vector $B_4(\varphi_4)$ son aproximadamente equivalentes a la magnitud y la fase de vector $B_{III}(\varphi_{III})$. Cuando el vector $B_4(\varphi_4)$ se añade a $B_{III}(\varphi_{III})$, el vector resultante se puede configurar para ser aproximadamente igual a cero.

Además, por medio de la selección de las ubicaciones de los cruces y/o los componentes discretos con una cantidad de acoplamiento electromagnético entre los pares diferenciales P1 y P2 y los elementos conductores individuales asociados con los pares diferenciales P1 y P2 (por ej., los conductores de unión 614, los contactos intermedios 620, y los terminales de entrada 520), la magnitud y la fase de los vectores de diafonía B_1 , B_2 , y B_3 , se pueden seleccionar para reducir o cancelar la diafonía infractora. Además, por medio de la selección de las dimensiones de los rastros de señales 533, 534, y 536, las distancias de separación correspondientes, y la distancia de reducción de la diafonía D_{CRT2} , la magnitud y la fase de los vectores de diafonía B_4 se pueden seleccionar para mejorar el rendimiento eléctrico del conector eléctrico 600.

Las formas de realización descritas en la presente memoria incluyen conectores eléctricos y circuitos impresos. En formas de realización particulares, los conductores de unión pueden incluir un primer y un segundo par diferenciales de los conductores de unión. El primer par diferencial puede estar situado entre los conductores de unión del segundo par diferencial para generar con ello la diafonía infractora cuando los conductores de unión y los contactos de enchufe se dedican a una interfaz de unión. Cada uno de los por lo menos dos rastros de señal puede estar acoplado de manera comunicativa a un conductor de unión del primer par diferencial o el segundo par diferencial.

Además, en formas de realización particulares, los rastros de señales incluyen un primer, un segundo, y un tercer rastro de señal. El primer, el segundo, y el tercer rastro de señal pueden estar igualmente espaciados uno de otro en la región de acoplamiento lateral.

- 5 Las formas de realización de ejemplo se describen y/o se ilustran en la presente memoria en detalle. Las formas de realización no están limitadas a las formas de realización específicas descritas en la presente memoria, sino más bien, los componentes y/o los pasos de cada forma de realización se pueden utilizar de manera independiente y por separado de otros componentes y/o pasos que se describen en la presente memoria. Cada componente, y/o cada paso de una forma de realización, también se pueden utilizar en combinación con otros componentes y/o pasos de otras formas de realización. Por ejemplo, las regiones de acoplamiento de acuerdo con lo descrito con respecto a las
- 10 Figuras 8 a 12 se pueden o no utilizar en conjunción con la disposición de vías conductoras y terminales, de acuerdo con lo descrito con respecto a las Figuras 5 a 7.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de circuito impreso (124) para el acoplamiento comunicativo de conductores de unión y carga (116, 130), la placa de circuito impreso (124) comprende:
 un sustrato dieléctrico (125) que tiene superficies opuestas (202, 204) y un espesor (T1) medidos a lo largo de un eje de orientación (192) que se extienden entre las superficies opuestas;
 pares asociados de terminales de entrada y de salida (220, 222) unidos al sustrato dieléctrico, los terminales de entrada son para el acoplamiento comunicativo a los conductores de unión (116) y los terminales de salida son para el acoplamiento comunicativo a los conductores de carga (130); y
 rastros de señales (231 a 238) que conectan de manera eléctrica los pares asociados de los terminales de entrada y de salida, los rastros de señales comprenden pares diferenciales (P1, P2), en el que cada par asociado de terminales de entrada y de salida se conecta de manera eléctrica a través de un rastro de señal correspondiente que tiene una trayectoria conductora que se extiende a lo largo del sustrato dieléctrico entre los terminales de entrada y de salida correspondientes, y en el que por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) de dos pares diferenciales separados forman una región de acoplamiento lateral (250) en la que los por lo menos tres rastros de señales están apilados a lo largo del eje de orientación (192) y separados entre sí a través del espesor del sustrato dieléctrico, y caracterizado porque las trayectorias conductoras de los por lo menos tres rastros de señales se extienden paralelas una a la otra a través de la región de acoplamiento lateral para una distancia de reducción de la diafonía (DCRTI) que es por lo menos mayor que cruces involuntarios de los rastros de señales.
2. La placa de circuito impreso (124) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) incluyen un primer (233), un segundo (235), y un tercer rastro de señal (236) que están igualmente separados entre sí en la región de acoplamiento lateral (250).
3. Un conector eléctrico (100) que comprende:
 conductores de unión (116) para el engrane de los contactos de enchufe (134) de un enchufe modular (102) a una interfaz de unión (136), los conductores de unión comprenden pares diferenciales; y
 una placa de circuito impreso (124) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que los terminales de entrada están acoplados de manera comunicativa a los conductores de unión y los terminales de salida son para el acoplamiento comunicativo a los conductores de carga (130) de un cable de comunicación.
4. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la distancia de reducción de la diafonía (DCRTI) comprende una primera, una segunda, y una tercera distancia (DCR3, DCR2, DCR1), y en el que las trayectorias conductoras de los por lo menos tres rastros de señales se extienden en una dirección longitudinal para la primera distancia (DCR3), luego una dirección no ortogonal para la segunda distancia (DCR2), y luego la dirección longitudinal de la tercera distancia (DCR1).
5. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los pares diferenciales incluyen un primer y un segundo par diferenciales (P1, P2) de conductores de unión (116), el primer par diferencial (P1) está situado entre los conductores de unión del segundo par diferencial (P2) lo que de ese modo genera la diafonía ofensiva con los contactos de enchufe (134) cuando los conductores de unión y los contactos de enchufe están engranados en la interfaz de unión (136), cada uno de los por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) está acoplado de manera comunicativa a un conductor de unión del primer par diferencial o el segundo par diferencial.
6. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los por lo menos tres rastros de señales (235, 236) comprenden sólo tres o cuatro rastros de señales.
7. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el sustrato dieléctrico (125) incluye porciones de extremo opuestas (210, 212) y una porción central (214) que se extiende entre las porciones de extremo, los terminales de entrada (220) están situados en la porción central y los terminales de salida (222) están situados en las porciones de extremo.
8. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que los terminales de entrada (220) que están conectados de manera eléctrica a los por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) se encuentran en la porción central (214) y los terminales de salida (222) que están conectados de manera eléctrica a los por lo menos tres rastros de señales se encuentran en una porción de extremo común (210).
9. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) tienen una anchura sustancialmente común, la región de acoplamiento lateral (250) que tiene una anchura que es aproximadamente igual a la anchura común.
10. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la placa de circuito impreso (124) además comprende dedos digitales (602, 604) que acoplan de manera electromagnética dos terminales de entrada (520).
11. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que las trayectorias conductoras de los por lo menos tres rastros de señales (235, 236) cambian de dirección por lo menos una vez.

12. El conector eléctrico (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los por lo menos tres rastros de señales (233, 235, 236) tienen una anchura común, la distancia de reducción de la diafonía (DCRTI) es mayor que por lo menos tres veces la anchura común.

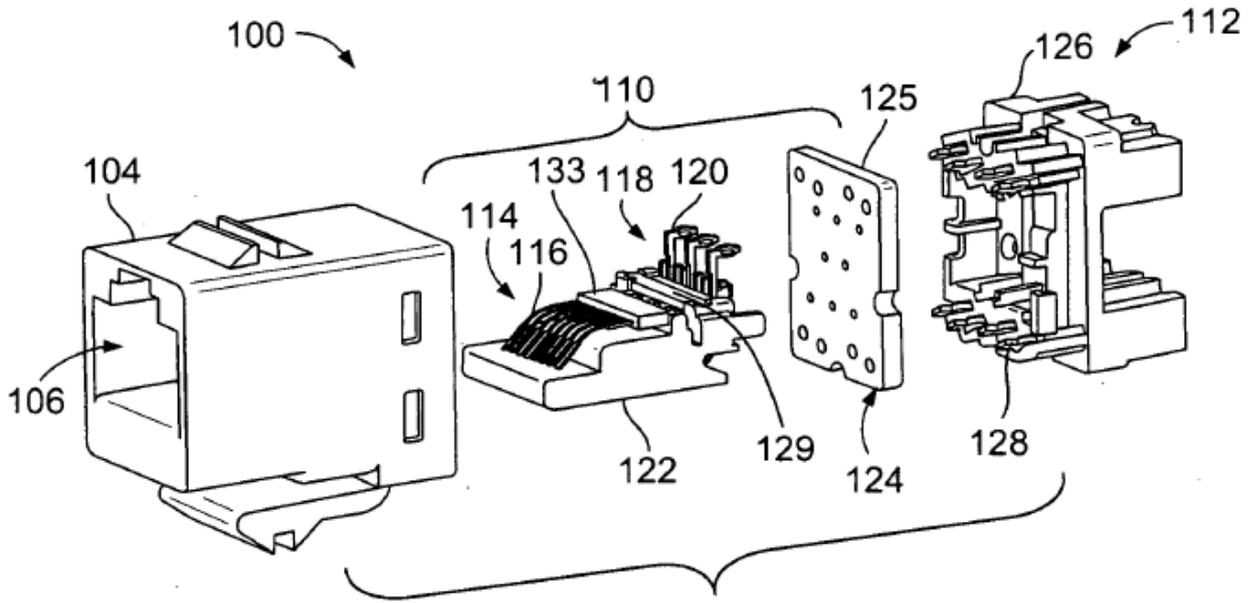


FIG. 1

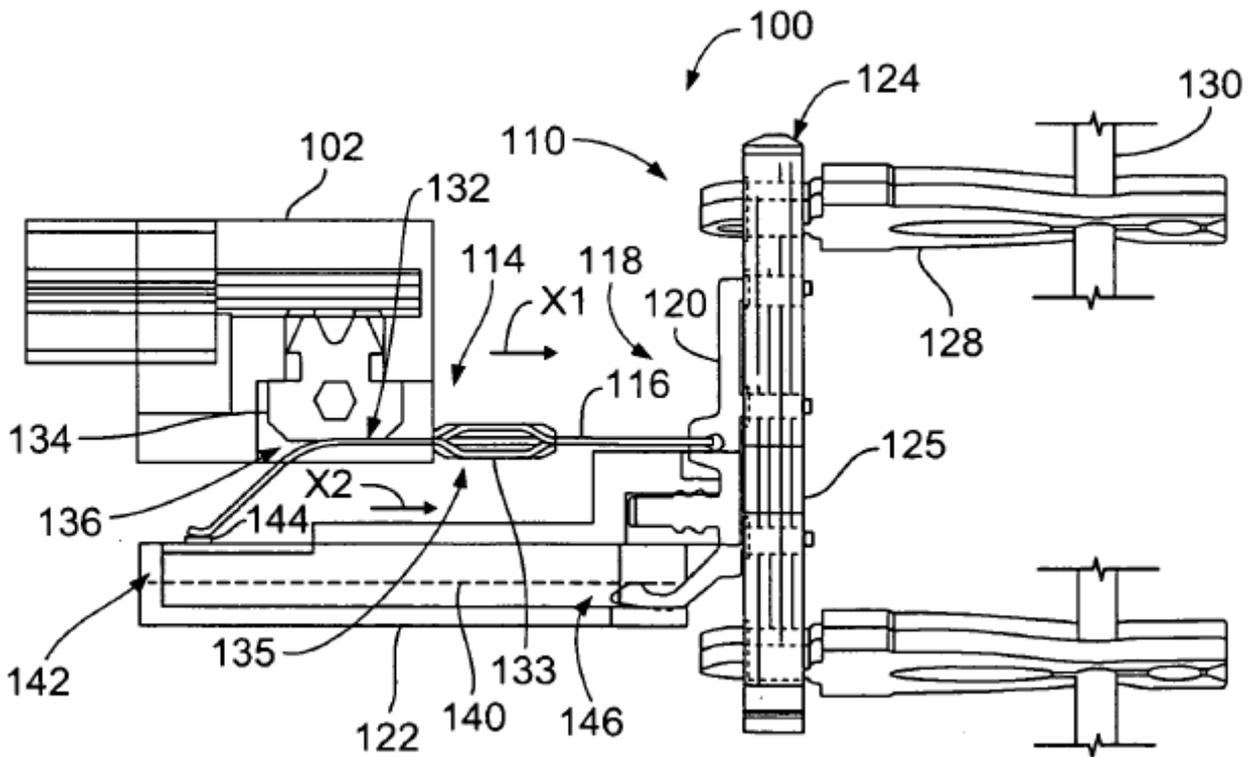


FIG. 2

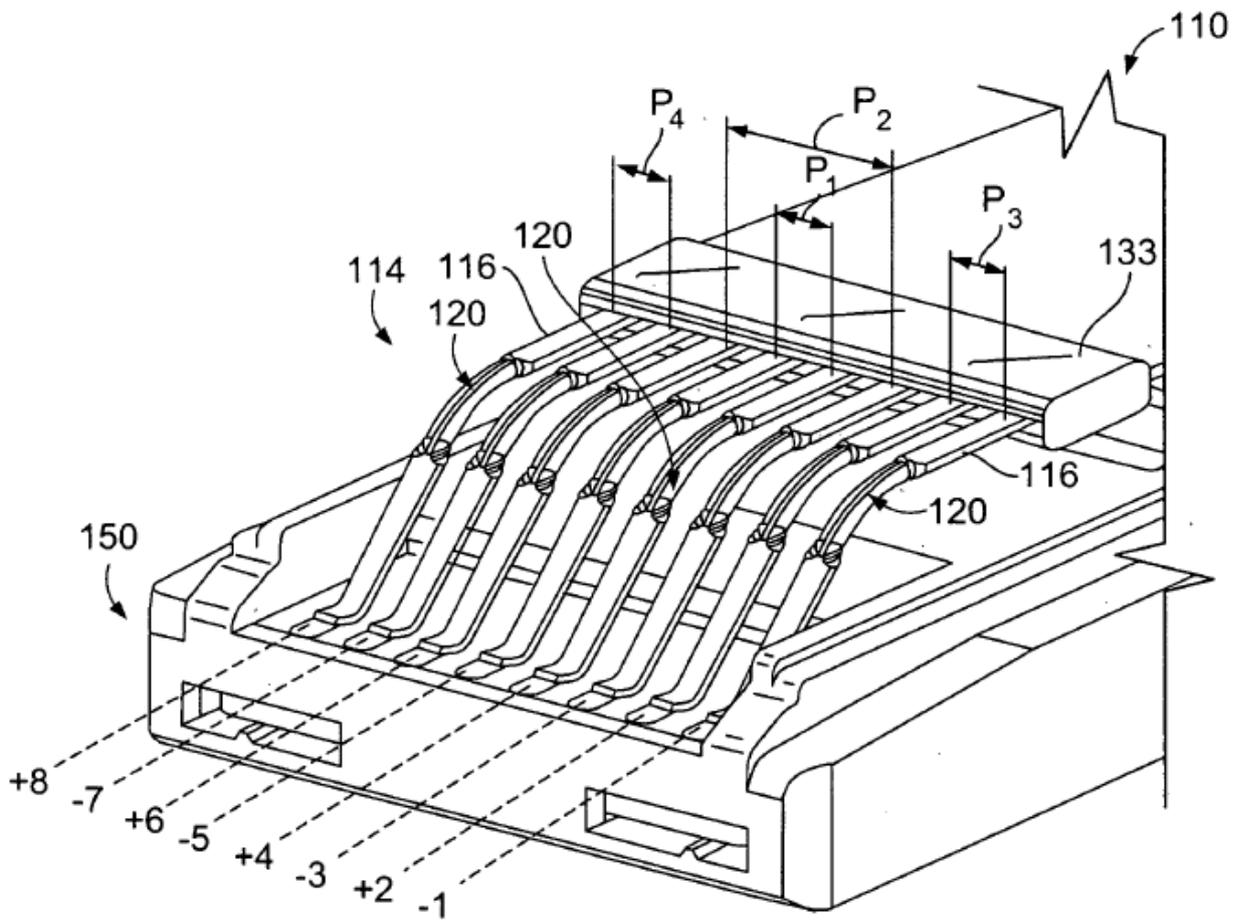


FIG. 3

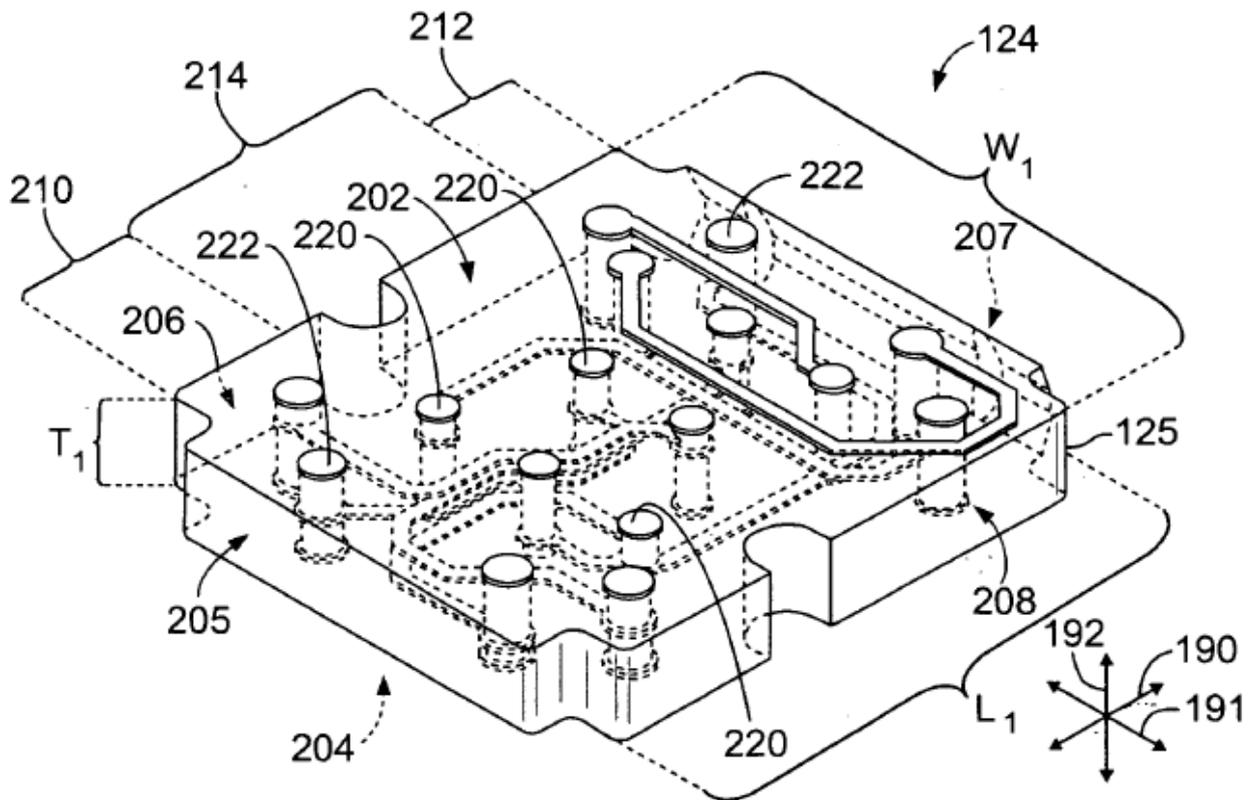


FIG. 4

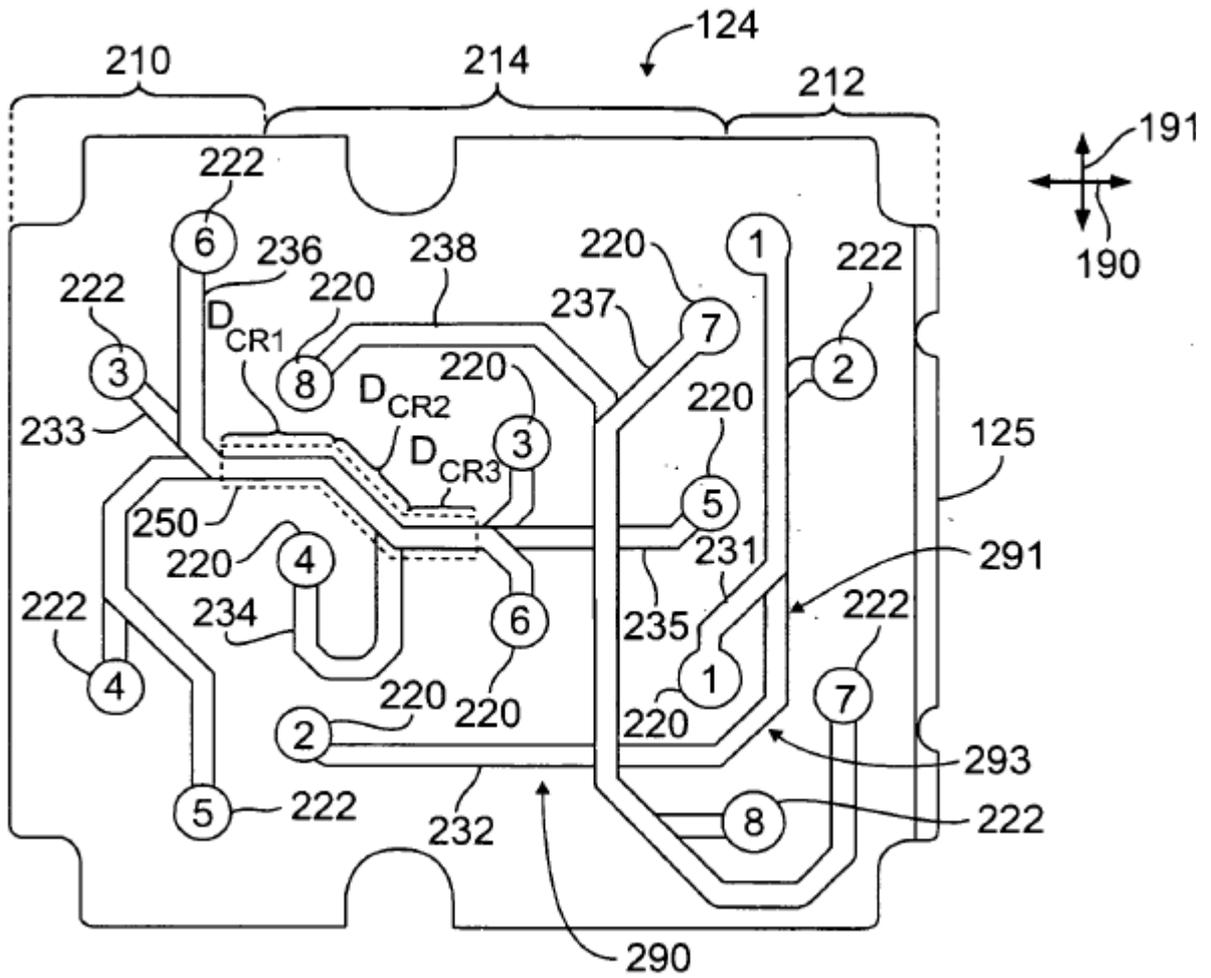


FIG. 5

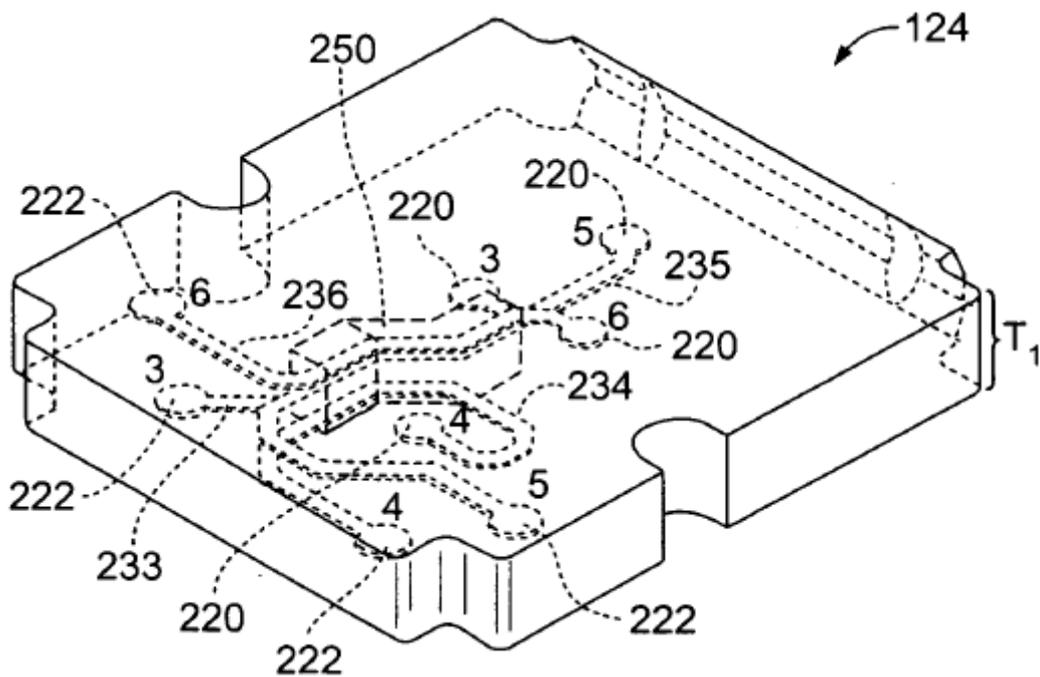


FIG. 6

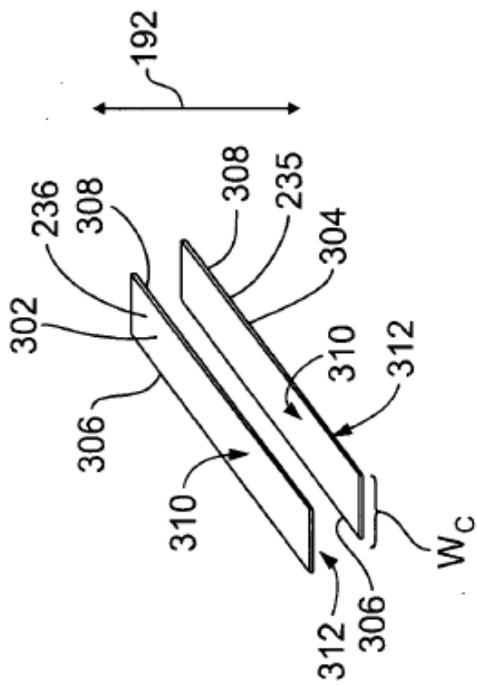


FIG. 7

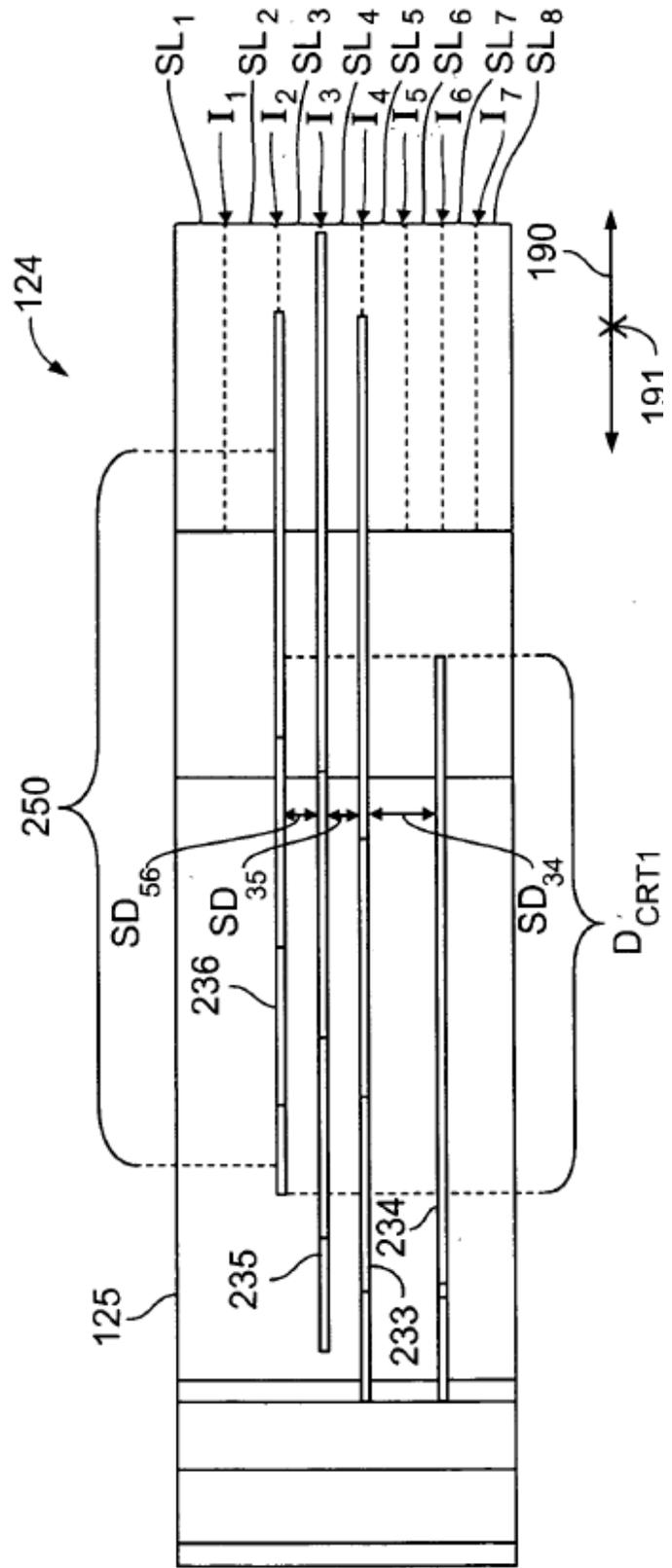


FIG. 8

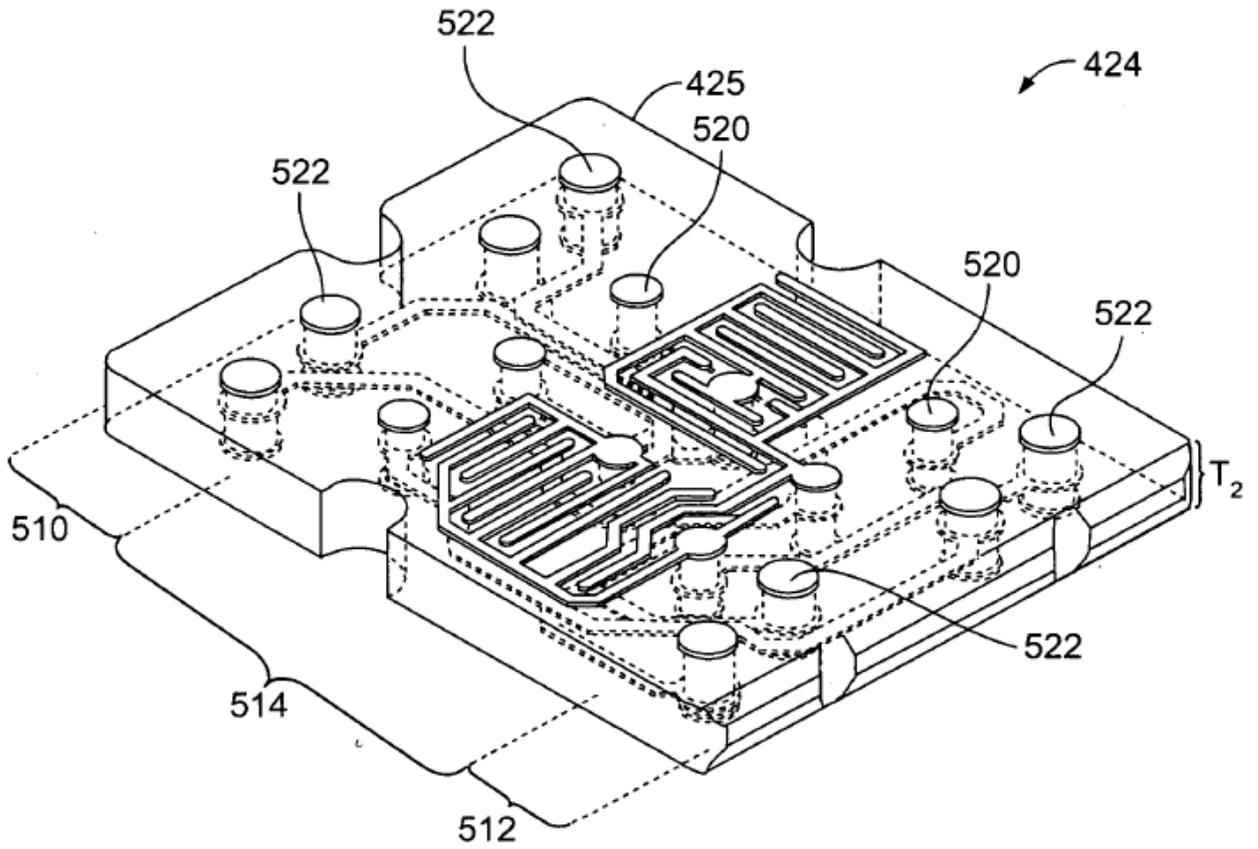


FIG. 9

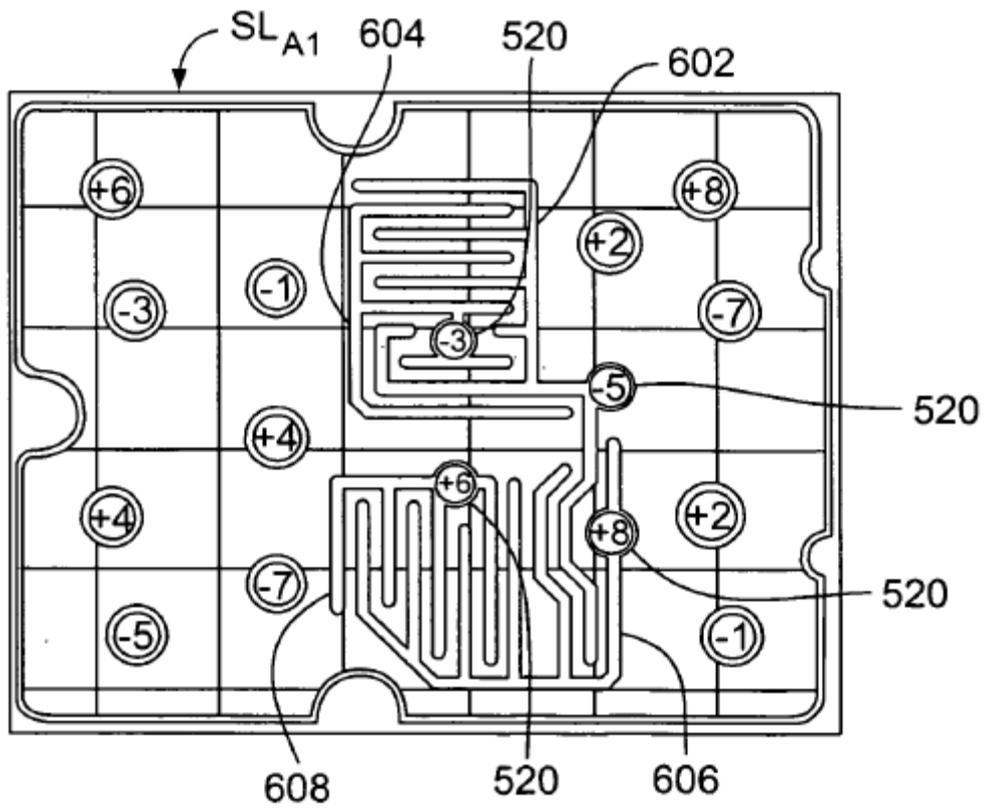


FIG. 10

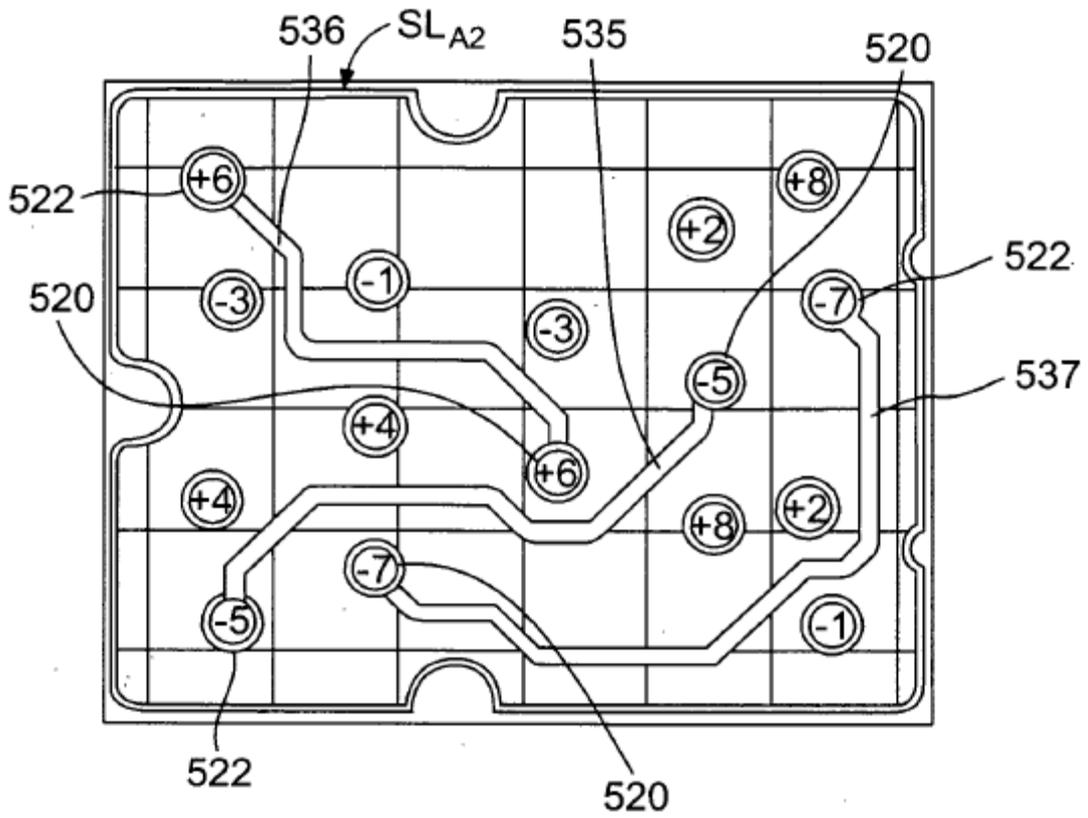


FIG. 11

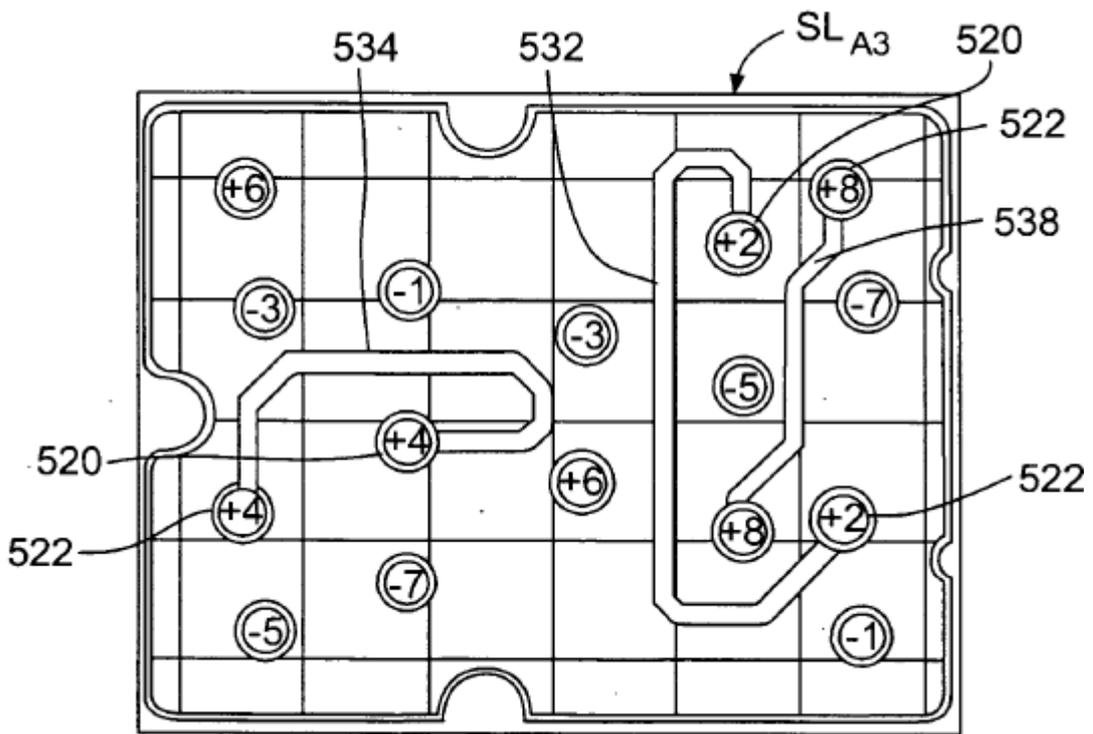


FIG. 12

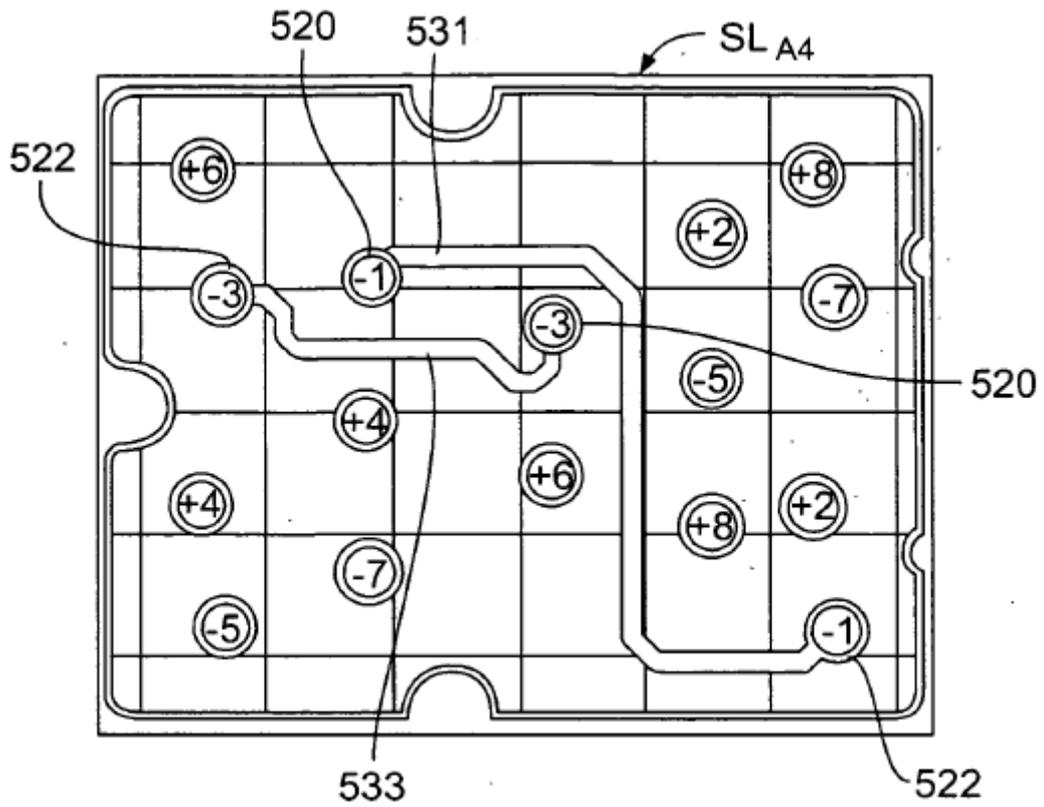


FIG. 13

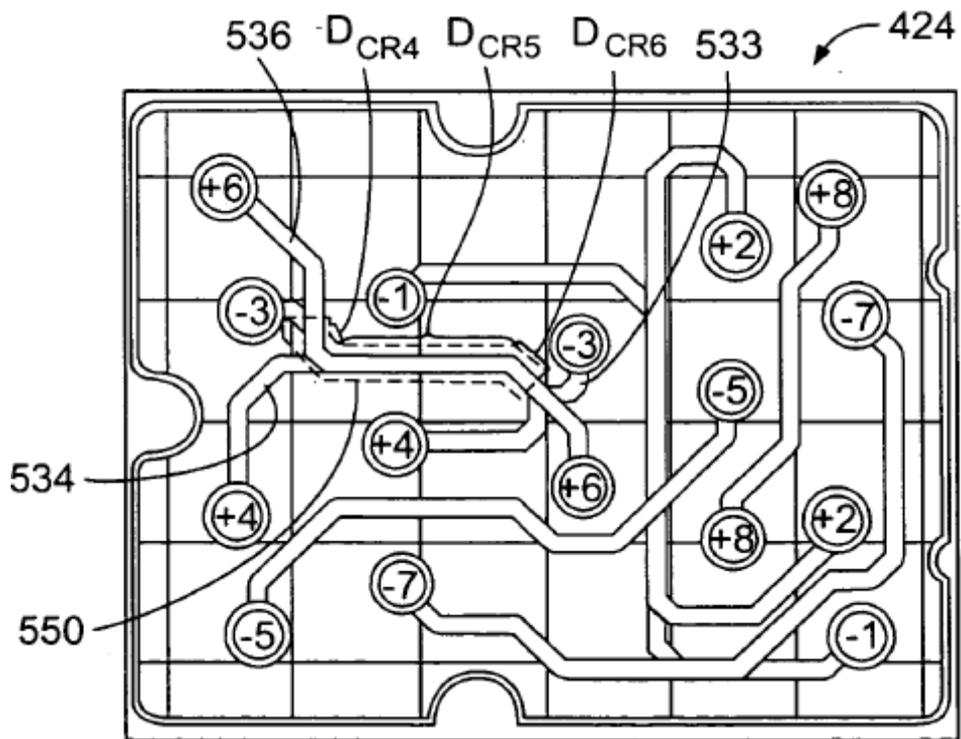


FIG. 14

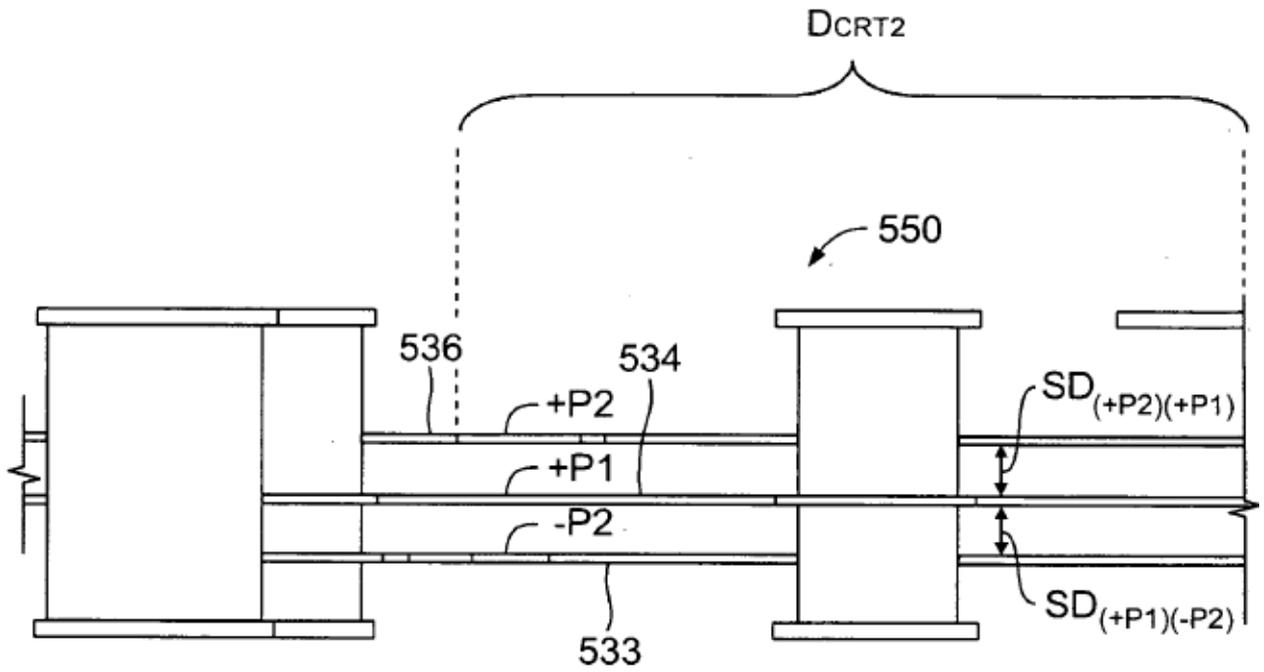


FIG. 15

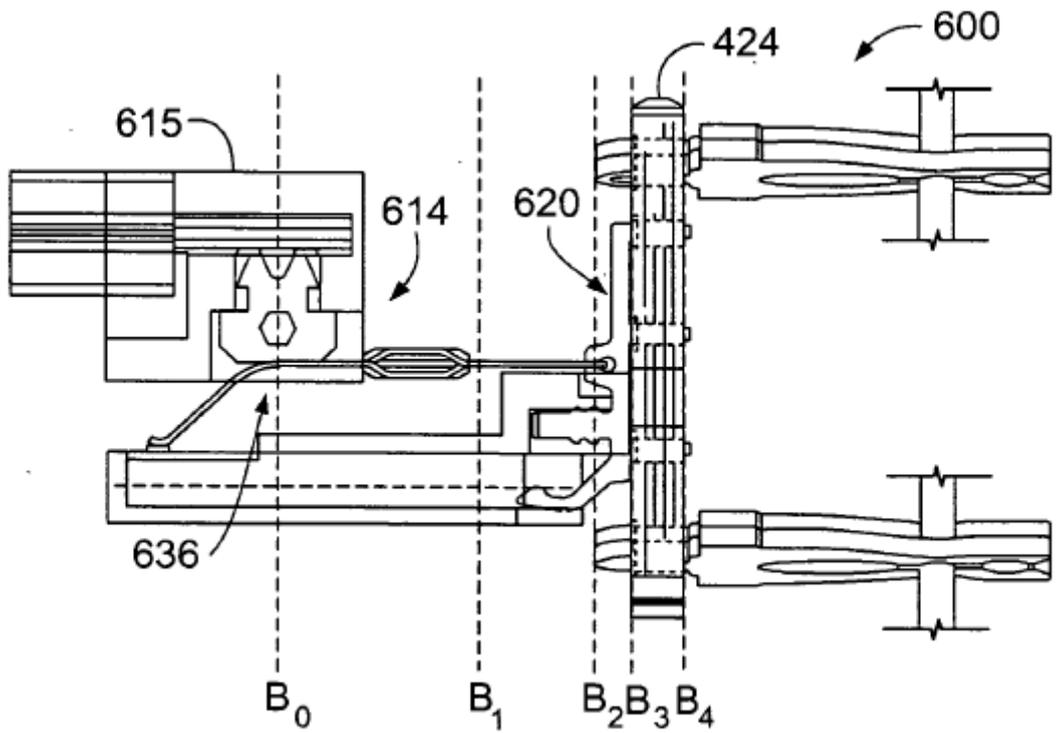
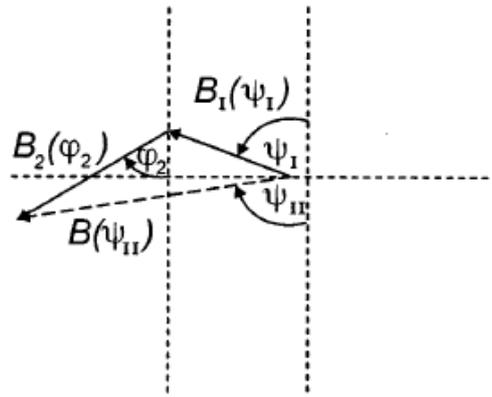
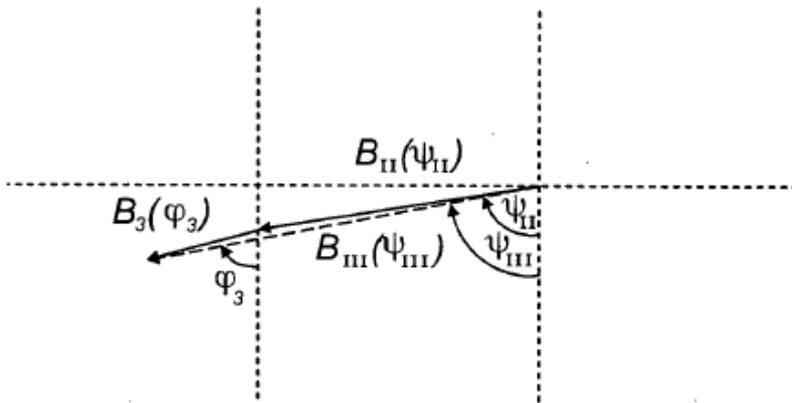


FIG. 16



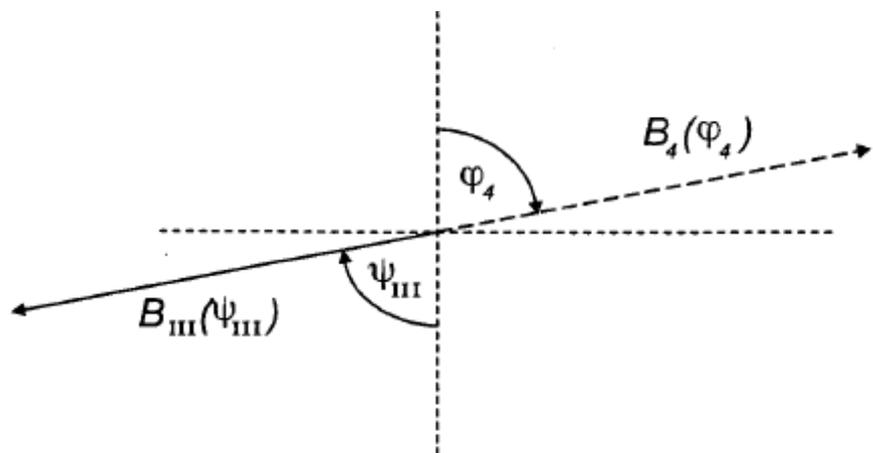
$$B_{II}(\psi_{II}) = B_I(\varphi_I) + B_2(\varphi_2)$$

FIG. 20



$$B_{III}(\psi_{III}) = B_{II}(\varphi_{II}) + B_3(\varphi_3)$$

FIG. 21



$$B_4(\varphi_4) = -B_{III}(\psi_{III})$$

FIG. 22