

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 476 596**

51 Int. Cl.:

H01L 23/40 (2006.01)

H01L 23/473 (2006.01)

H05K 1/14 (2006.01)

H05K 3/00 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

H05K 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2008 E 08008203 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014 EP 2114113**

54 Título: **Unidad de placa de circuitos impresos y procedimiento para su fabricación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2014

73 Titular/es:

AGIE CHARMILLES SA (100.0%)
Via dei Pioppi 2
6616 Losone, CH

72 Inventor/es:

BÜHLER, ERNST;
KNAAK, RETO;
D'AMARIO, RINO y
LOMBARDO, ROSARIO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 476 596 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

Unidad de placa de circuitos impresos y procedimiento para su fabricación

5 **ÁMBITO DE LA INVENCION**

La invención se refiere a una unidad de placa de circuitos impresos y a un procedimiento para su fabricación, por ejemplo, con destino a aplicaciones electrónicas de potencia.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Cada vez se demandan con mayor frecuencia, por ejemplo, soluciones electrónicas de potencia para solucionar problemas, que anteriormente, en caso necesario, se resolvían con medios mecánicos o electromecánicos. Los costes operativos y de los materiales siempre en aumento, así como el volumen y el peso de los grupos constructivos electrónicos han resultado además ser el principal obstáculo para las soluciones innovadoras. Las porciones más intensivas en costes son, la mayoría de las veces, la dotación manual de los grupos constructivos, que generan una fuerte potencia térmica como, por ejemplo, los semiconductores de potencia, así como su montaje en dispositivos de refrigeración para la disipación térmica de la potencia térmica producida. La fiabilidad de un grupo constructivo se determina, en la actualidad, especialmente por la calidad de estos desarrollos operativos. Se encarece sensiblemente, por ello, la garantía de la calidad.

20 La fabricación, el ensayo, el funcionamiento y el mantenimiento de tales grupos constructivos electrónicos deben poder continuar con éxito en el ambiente internacional. Se requieren, para ello, costes de materiales y de fabricación reducidos, aunque deben poder garantizarse también las reparaciones, modificaciones y finalmente una eliminación de residuos no contaminante del medio ambiente. Los procesos de fabricación deben ser significativamente más fiables para reducir los costes de fabricación. Resulta ventajoso además que pueden utilizarse módulos iguales o similares para productos de precio elevado y de precio barato.

25 Se ha producido un desafío totalmente nuevo se en la construcción de máquinas herramienta, donde se deseaba sustituir las cajas electrónicas por módulos, que se montarían luego directamente en la máquina. Debido a que las máquinas herramienta reaccionan al calentamiento con dilataciones y torsiones, se ha de prestar una atención especial a la disipación del calor.

30 En el caso de máquinas para el mecanizado electroerosivo, la situación es especialmente difícil, ya que también se han de montar generadores de impulsos con un calor perdido en el entorno de los kilovatios.

35 **ESTADO DE LA TÉCNICA**

Para la tecnología del accionamiento y los campos relacionados, se ofrecen módulos desde hace mucho tiempo. Se trata, en la mayoría de los casos, de montajes en puente de monofásicos a trifásicos de elementos constructivos de diodos, IGBT o MOSFET en forma de chips, que se fijan por soldadura sobre un sustrato de cobre-cerámica especial y se establecen los contactos mediante hilos finos electrónicos. Sería imaginable dotar a realizaciones especiales de dichos módulos de un dispositivo refrigerador y embalarlos en una carcasa junto con la electrónica de control.

40 Resulta desventajoso con esta solución que el nivel de integración de los módulos es demasiado reducido para realizar circuitos más complejos, y que no se pueda reparar un fallo parcial en un módulo. Muchos procesos de fabricación manuales, críticos cualitativamente como, por ejemplo, la aplicación de pasta térmicamente conductora o las uniones a tornillo delicadas siguen funcionando con esta solución. El calor de pérdida de la electrónica de control puede ser también considerable – tampoco se ha resuelto este problema -.

45 Para grandes series en la industria del automóvil y en la tecnología de accionamientos, se emplean cada vez más complejos módulos electrónicos de potencia en tecnología SMD (Surface Mount Device), donde los componentes SMD se implantan por una cara en una placa de circuitos impresos. La cara inferior de la placa de circuitos impresos se encola, la mayoría de las veces, a una placa básica metálica para la disipación del calor perdido. Tal solución se ha publicado en el documento EP 0 590 354 B1 y se ha representado en la figura 3 como estado actual de la técnica. El módulo se conecta a un sistema refrigerador a través de la placa básica. La mayoría de las veces, se utilizan capas delgadas, especiales de elevada conductibilidad del calor para refrigerar mejor los elementos de potencia.

50 Módulos de ese tipo representan un avance, pero tienen los inconvenientes de que, por un lado, refrigeran insuficientemente en caso de potencias de pérdida más elevadas y, por otro, que casi no son reparables, porque en procesos de reparación la placa básica maciza representa un descenso térmico tan elevado que apenas puede alcanzar la temperatura de soldadura en caso de soldaduras libres de plomo sin dañar todo el circuito. Para realizar con eficacia la capa aislante térmicamente conductora, se manufactura dicha capa del espesor más reducido posible, lo que da lugar desafortunadamente a capacitancias parásitas eléctricas desventajosamente elevadas y a que es muy desfavorable para tensiones y frecuencias más elevadas.

65

Una variante de esta solución prevé dos placas de circuitos impresos, que se encolan con un núcleo de aproximadamente 1 mm a 5 mm de aluminio o cobre, y también pueden dotarse de vías (interconexiones verticales entre capas) aislantes entre las dos placas de circuitos impresos. Los mencionados inconvenientes principales subsisten, pero adicionalmente los elementos constructivos se refrigeran considerablemente peor hacia el centro de la placa de circuitos impresos debido a la limitada conducción térmica lateral de la placa refrigeradora, puesto que el calor solo es disipado por los bordes de la placa de circuitos impresos.

La figura 2 muestra una conocida estructura típica de la empresa AAVID-THERMALLOY para un elemento de potencia TO247 cableado, sometido a presión sobre un perfil de cuerpo refrigerador con un clip metálico – sin aislamiento eléctrico-. Debido al insuficiente aislamiento eléctrico, pueden formarse distribuciones de potencial desfavorables.

En la solicitud de patente EP 06 02 2498, se expone una placa de circuitos impresos con un refrigerador por líquido directamente integrado, que se puede fabricar con procedimientos de fabricación para placas de circuitos impresos habituales en la actualidad. En la placa de circuitos impresos, se han embebido intercalaciones cerámicas para una mejor conducción térmica entre elementos SMD con elevada carga térmica. La figura 4 muestra esa estructura como estado actual de la técnica.

Esta solución satisface las exigencias planteadas para la fabricación moderna en grandes series, pero requiere parcialmente etapas de acabado, que pueden suponer un serio obstáculo para talleres poco desarrollados tecnológicamente. Como inconveniente adicional de esta solicitud de patente, se ha de contemplar el hecho de que se excluye una refrigeración por aire desde el principio. Esto puede actuar desventajosamente en los costes de elaboración de productos de bajo precio. Un problema adicional aparece en el caso de una sobrecarga con rango de temperaturas inadmisibles de los elementos de potencia. Tales casos de avería pueden dar lugar a una exfoliación de las distintas capas de la placa de circuitos impresos y a la formación de ampollas y, por consiguiente, provocar el fallo total de todo el módulo.

Por la solicitud del documento EP 1 638 384 A1, se conocen un procedimiento y un dispositivo para refrigerar elementos SMD de potencia, en el que el elemento de potencia se ha aplicado directamente sobre un obturador de conductividad térmica. El obturador de conductividad térmica se encuentra en un agujero de una platina de circuitos impresos. El agujero en la platina junto con el obturador de conductividad térmica tiene aproximadamente la extensión del elemento de potencia a refrigerar. El obturador de conductividad térmica se ha dispuesto además en una capa aislante eléctrica bajo la que se encuentra un cuerpo refrigerador. Una barra de sujeción, que se ha atornillado a través de la platina conductora y la capa aislante con el cuerpo refrigerador, sujeta el elemento de potencia sobre el obturador de conductividad térmica y, con ello, sobre el cuerpo refrigerador.

PROBLEMA DE LA INVENCION

Frente al estado actual de la técnica, se le plantea a la invención facilitar una unidad de placa de circuitos impresos y un procedimiento para su fabricación, que puedan asegurar una suficiente disipación del calor perdido de los elementos constructivos acoplables en superficie. Se ha conseguido eso preferiblemente con medios sencillos. La unidad de placa de circuitos impresos es apropiada preferiblemente para la refrigeración por líquido y por aire y es utilizable para productos de precio elevado y para productos de bajo precio.

Otro problema más de la invención consiste en facilitar una unidad de placa de circuitos impresos y un procedimiento para su fabricación, que posibiliten componer sistemas de alta potencia y/o complejos. La placa de circuitos impresos es apropiada preferiblemente por su modo constructivo para proteger los componentes electrónicos de las duras condiciones ambientales en empleo internacional en entornos industriales. Además, la fabricación, el funcionamiento, la reparación y la ulterior eliminación de residuos de la unidad de placa de circuitos impresos deben satisfacer mejor los principios ecológicos y económicos actuales.

RESUMEN DE LA INVENCION

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar una placa de circuitos impresos, en la que: componentes acoplables en superficie se colocan y se sueldan con estaño automáticamente en una placa de circuitos impresos, se disponen elementos de potencia térmicamente cargados acoplables en superficie sobre la placa de conductores en zonas térmicamente conductoras, en las cuales se disponen vías metálicas para la conducción del calor, entre los elementos de potencia acoplables en superficie y uno o varios cuerpos refrigeradores, en la zona de las vías se dispone una capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante y se presionan los elementos de potencia acoplables en superficie con por lo menos un clip elástico sobre la placa de circuitos impresos intercalada de tal modo contra el cuerpo refrigerador o los cuerpos refrigeradores que el calor generado por los elementos de potencia acoplables en superficie se disipe a través de las vías hacia los cuerpos refrigeradores.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a una placa de circuitos impresos, que comprende: una placa de circuitos impresos con componentes acoplables en superficie soldados con estaño encima, por lo menos un elemento de potencia acoplable en superficie térmicamente cargado, dispuesto en la placa de circuitos impresos en zonas térmicamente conductoras, donde las zonas térmicamente conductoras presentan vías metálicas para la

conducción térmica, una capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante, que se dispone entre los elementos de potencia instalables superficialmente, y uno o varios cuerpos refrigeradores en la zona de las vías, donde los elementos de potencia acoplables en superficie se presionan con por lo menos un clip elástico sobre la chapa de circuitos impresos de tal manera contra el cuerpo o los cuerpos refrigeradores que el calor generado por los elementos de potencia acoplables en superficie se disipen hacia los cuerpos refrigeradores.

Otros aspectos y características más de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes, del dibujo adjunto y de la siguiente descripción de formas de realización preferidas.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán más detalladamente formas de realización preferidas de la invención en relación con los dibujos adjuntos.

Lo muestran las figuras:

- Figura 1 una primera forma de realización de un módulo de potencia con refrigeración por aire.
 Figura 2 un montaje típico de clip para componentes cableados según el estado actual de la técnica.
 Figura 3 un procedimiento conocido para refrigerar componentes SMD según el estado actual de la técnica (EP 0 590 354 B1).
 Figura 4 un procedimiento conocido para refrigerar componentes SMD según el estado actual de la técnica (número de solicitud EP 06 02 2498).
 Figura 5 una segunda forma de realización de un módulo de potencia con refrigeración por líquido y/o aire.
 Figura 6 otra forma de realización más con refrigeración por líquido, que es apilable.
 Figura 7 otra forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia apilables según la figura 6.
 Figura 8 otra forma de realización apilable de un módulo de potencia, que presenta una placa de potencia y una placa de control.
 Figura 9 otra forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia apilables según la figura 8.
 Figura 10 otra forma de realización más de un módulo de potencia apilable con refrigeración por líquido y/o aire.
 Figura 11 otra forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia apilables según la figura 10.
 Figura 12 otra forma de realización apilable más con refrigeración por líquido y presentando clips para la refrigeración por líquido.
 Figura 13 otra forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia apilables según la figura 12.
 Figura 14 otra forma de realización apilable más con aletas refrigeradoras, que posibilitan el encaje a presión elástico de los tubos de refrigeración paredes delgadas.
 Figura 15 otra forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia apilables con tubos de refrigeración parcialmente montados según la figura 14.
 Figura 16 otra forma de realización apilable más con un flujo térmico mejorado.
 Figura 17 una forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia según la figura 16, que se mantienen unidos mediante tubos de refrigeración elásticos.
 Figura 18 una forma de realización más con un flujo térmico mejorado y conformación modificada para el apilamiento.
 Figura 19 una forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia según la figura 18, habiéndose montado de cabeza el último módulo.
 Figura 20 una forma de realización apilable más con una conformación modificada para el apilamiento.
 Figura 21 una forma de realización más, que representa un juego de sistemas de módulos de potencia según la figura 20, habiéndose montado de cabeza el último módulo.

DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

En la figura 1, se ha representado una primera forma de realización de una unidad de placa de circuitos impresos (también llamada módulo de potencia o simplemente módulo en lo sucesivo) conforme a la presente invención, la cual se puede fabricar al menos parcialmente, por ejemplo, de componentes comunes en el mercado. Antes de una descripción detallada de la forma de realización de la figura 1, siguen primero unas explicaciones generales a las formas de realización de la presente invención y sus ventajas.

Algunas formas de realización de una unidad de placa de circuitos impresos conforme a la presente invención comprenden una placa de circuitos impresos (que en algunas formas de realización no es continua) y uno o varios cuerpos refrigeradores (en lo sucesivo también llamado perfil de (cuerpo) refrigerador). Sobre la placa de circuitos impresos, se han soldado con estaño componentes acoplables en superficie, los llamados componentes SMD (Surface Mounted Device). La técnica de SMD se caracteriza por que los componentes se pueden soldar con estaño directamente sobre una placa de circuitos impresos. En algunas formas de realización, se encuentran especialmente componentes SMD, que generan una fuerte potencia calorífica, en las zonas térmicamente conductoras de la placa

de circuitos impresos. Tales componentes se designarán en lo sucesivo también como elementos de potencia (instalables en superficie). Las zonas térmicamente conductoras son zonas de conductividad térmica más elevada, que se consiguen, por ejemplo, por que en las zonas térmicamente conductoras se encuentran vías metalizadas. Las perforaciones pasantes forman vías metálicas para conducir el calor, que facilitan una conductividad térmica adecuada y, por ello, pueden disipar calor de los elementos de potencia. En consecuencia, se puede variar adecuadamente la conductividad térmica por el número, la forma, la magnitud del diámetro de las perforaciones, el tipo de material, o bien, de la metalización. Debajo y/o encima de las zonas térmicamente conductoras, se encuentra una capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante, por ejemplo, un aislante cerámico, que puede estar hecho de óxido de aluminio o nitruro de aluminio. (La capa no se dispuesta directamente sobre la placa de circuitos impresos en algunas formas de realización, sino que también se pueden encontrar entremedias otras capas. La capa se dispone, sin embargo, en algunas formas de realización por lo menos (en la proximidad de las zonas térmicamente conductoras) de tal modo que conduzca al menos una parte del calor generado, por ejemplo, por el elemento de potencia al cuerpo refrigerador). La capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante está, a su vez, en contacto con un cuerpo refrigerador (o al contrario, la vía está en contacto con el cuerpo refrigerador). Para establecer ahora el correspondiente contacto térmicamente conductor entre el elemento de potencia, la vía y la capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante, un clip elástico presiona componentes como, por ejemplo, componentes SMD y en especial elementos SMD de potencia, de tal modo contra el cuerpo o los varios cuerpos refrigeradores que el calor generado por los elementos de potencia se disipa por las vías al cuerpo y/o a los cuerpos refrigeradores. La presión de apriete del clip elástico se ha realizado además de modo que pueda desempeñar también adicionalmente una función de sujeción. Además, se garantiza por la elasticidad del clip en algunas formas de realización que – al contrario que, por ejemplo, las uniones roscadas – la presión de apriete no ceda tras largo tiempo, por ejemplo, por fatiga de material, vibraciones o similares.

Los clips pueden fabricarse de cualquier material elástico y tienen en algunas formas de realización una forma, por ejemplo, de S, que refuerza la elasticidad y, por tanto, también la presión de apriete. En algunas formas de realización, el clip se fija por un extremo, por ejemplo, en una ranura del cuerpo refrigerador. El otro extremo del clip presiona entonces, por ejemplo, sobre un elemento de potencia de manera que dicho elemento sea presionado sobre la zona térmicamente conductora de la placa de circuitos impresos – es decir, se genera una presión de apriete – y se presiona junto con la zona térmicamente conductora sobre la capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante (o al contrario sobre la capa eléctricamente aislante y luego sobre la placa de circuitos impresos), que, en consecuencia, es presionada sobre una superficie del cuerpo refrigerador. Uno de los extremos ejerce, por consiguiente, en otro de sus extremos una presión de apriete sobre el elemento de potencia, la zona térmicamente conductora con sus vías de la placa de circuitos impresos, la capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante y finalmente sobre una superficie del cuerpo refrigerador. El otro extremo del clip descansa además en algunos ejemplos de realización en la zona de recepción del cuerpo refrigerador.

La zona de recepción del cuerpo refrigerador, que puede alojar un extremo del clip, presenta en algunas formas de realización un perfilado superficial sobre una cara, que es apropiada para aumentar considerablemente la fricción entre una de sus superficies y, por ejemplo, un borde del extremo del clip. En algunas formas de realización, se configura el perfilado superficial, por ejemplo, de forma dentada o corrugada, es decir, presenta elevaciones y cavidades, en las que puede enganchar por lo menos parcialmente, por ejemplo, un borde del extremo del clip. En algunas formas de realización, una superficie de la zona de recepción presenta un resalto, que, por ejemplo, impide al extremo del clip deslizarse afuera de la zona de recepción. En algunas formas de realización, una zona arqueada del clip descansa, por ejemplo, en una cara de la zona de recepción y, por consiguiente, en algunas formas de realización la zona arqueada está provista de un perfilado superficial, que es adecuado para aumentar la fricción. La superficie de la zona de recepción del cuerpo refrigerador presenta en algunas formas de realización un perfilado correspondiente para reforzar más la fricción y evitar o al menos dificultar un deslizamiento relativo del clip afuera de la zona de recepción.

La zona de recepción del cuerpo refrigerador se encuentra, en algunas formas de realización, lateralmente a la placa de circuitos impresos y está configurada, por ejemplo, como una concavidad en el cuerpo refrigerador. El cuerpo refrigerador – visto en sección transversal – va, en consecuencia, en forma de L alrededor de la placa de circuitos impresos.

En algunas formas de realización, las zonas térmicamente conductoras quedan con las vías y los elementos de potencia, es decir, los componentes con carga térmica superior, en las zonas marginales o bien regiones marginales de la placa de circuitos impresos. El clip, que descansa, por ejemplo, en una zona de recepción lateral del cuerpo refrigerador o está anclado allí, se extiende pues adentro de esa región marginal y ejerce – como se ha expuesto arriba – la presión de apriete sobre el elemento de potencia. En algunas formas de realización, se encuentran también los elementos de potencia en el centro de la placa de circuitos impresos de manera que el clip se extienda en esa zona central y ejerza allí la presión de apriete.

En algunas formas de realización, se ha configura el clip de tal modo que – por ejemplo, como trípode – o solo pueda ejercer presión de apriete sobre un componente, sino también sobre dos (o más) componentes.

5 En algunas formas de realización, un agente refrigerador, que es, por ejemplo gaseoso o líquido (o bien un fluido), disipa calor del cuerpo refrigerador. Para ello, el cuerpo refrigerador presenta, por ejemplo, un perfil, que aumente considerablemente, por ejemplo, la superficie en comparación con una forma paralelepípedica como, por ejemplo, aletas de refrigeración o similares. En algunas formas de realización, el cuerpo refrigerador presenta también conductos de refrigeración – como, por ejemplo, tubos de refrigeración elásticos de paredes delgadas –, en los que fluye un líquido como, por ejemplo, agua, y, en consecuencia, gracias a ello se disipa el calor. En algunas formas de realización, se disponen los tubos de refrigeración entre las aletas de refrigeración. Por consiguiente, se puede modificar el rendimiento refrigerador sencillamente mediante el número de tubos de refrigeración, la forma de las aletas de refrigeración y las combinaciones correspondientes de tubos de refrigeración y aletas de refrigeración así como por el número de vías en la zona térmicamente conductora.

10 Algunas formas de realización se basan, por ejemplo, en el aprovechamiento de la deformación elástica de las partes metálicas. Se utilizan, por un lado, los clips elásticos conocidos para producir una presión de apriete entre una fuente de calor y un sumidero de calor y, por otro, tubos de refrigeración metálicos de paredes delgadas encajados a presión en canales de los cuerpos refrigeradores por deformación elástica para garantizar una buena transición térmica duradera. Los tubos de refrigeración se fabrican en algunas formas de realización, por ejemplo, de acero para resortes.

15 Una deslaminación en casos de avería con exceso de temperatura se evita con eficacia, al menos parcialmente, por la presión de apriete elástica del clip elástico, por consiguiente, en algunas formas de realización.

20 En algunas formas de realización de un procedimiento para fabricar una unidad de placa de circuitos integrados, pueden montarse primero mecánicamente componentes SMD en una etapa operativa en la placa de circuitos impresos y soldarse con estaño. Los elementos de potencia con elevada carga térmica se colocan, en algunas formas de realización, preferiblemente en las zonas marginales de la placa de circuitos impresos. Debajo y/o encima de la placa de circuitos impresos, se disponen en dichas zonas marginales capas buenas conductoras térmicamente y aislantes eléctricamente como, por ejemplo, elementos aislantes. Los elementos aislantes se hacen, en algunas formas de realización, de cerámica como Al_2O_3 (óxido de aluminio) o AlN (nitruro de aluminio). El elemento de potencia, que se ha dispuesto en la zona térmicamente conductora de la placa de circuitos impresos, se presiona, por ejemplo, con un clip sobre uno o varios cuerpos refrigeradores, por ejemplo, perfiles de (cuerpo) refrigerador especialmente conformados.

25 Algunas formas de realización se refieren a un procedimiento de fabricación de un módulo, por ejemplo, de una unidad de placa de circuitos impresos, para aplicaciones electrónicas de potencia en máquinas herramienta con una refrigeración integrada para componentes (componentes SMD) montados en superficie, empleando clips elásticos para generar una fuerza de apriete entre una fuente de calor y un sumidero de calor, donde los elementos SMD se emplazan automáticamente en una placa de circuitos impresos y se suelda con estaño y, en zonas marginales de la placa de circuitos impresos, se disponen elementos de potencia SMD cargados térmicamente. En dichas zonas marginales de la placa de circuitos impresos, se disponen vías para conducir el calor y, entre dichas zonas marginales y uno o varios perfiles de cuerpos refrigeradores, se dispone una capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante. Los elementos de potencia SMD se presionan contra el perfil o los perfiles de cuerpos refrigeradores con clips elásticos, de manera que el calor del perfil o los perfiles de los cuerpos refrigeradores se evacue por un medio gaseoso y/o líquido.

35 Algunas formas de realización se refieren a un módulo de potencia, como una unidad de placa de circuitos impresos para aplicaciones electrónicas de potencia en máquinas herramienta, con una refrigeración integrada para componentes (componentes SMD) montados en superficie, utilizando clips elásticos para generar una fuerza de apriete entre una fuente de calor y un sumidero de calor, donde los componentes SMD se emplazan y se sueldan con estaño automáticamente sobre una placa de circuitos impresos. Los elementos de potencia SMD cargados térmicamente se disponen en zonas marginales de la placa de circuitos impresos y la placa de circuitos impresos presenta en dichas zonas marginales vías metálicas para la conducción del calor. Entre dichas zonas marginales y uno o varios cuerpos refrigeradores, se dispone una capa térmicamente conductora y eléctricamente aislante y los elementos de potencia SMD se presionan con clips elásticos contra el perfil o los perfiles de cuerpos refrigeradores de tal manera que la evacuación térmica pueda preverse desde el perfil o los perfiles de los cuerpos refrigeradores a través de un agente gaseosa y/o líquido.

40 En algunas formas de realización, puede elegirse entre refrigeración por líquido y/o refrigeración por aire por sencillo recambio de los perfiles refrigeradores o bien los cuerpos refrigeradores o por medio del montaje adicional de tubos refrigeradores.

45 En algunas formas de realización, la refrigeración combinada de líquido/gas da lugar a un modelo constructivo novedoso, considerablemente más robusto, que en caso de fallo generalizado de un agente refrigerador o en caso de fallo parcial de ambos agentes refrigeradores puede mantener el funcionamiento.

50 En algunas formas de realización, se cierra completamente el espacio interior de un módulo o bien de una unidad de placa de circuitos impresos con chapas de cubierta para proteger los componentes electrónicos de las influencias

ambientales. Dichas chapas de cubierta sirven, en algunas formas de realización, para refrigerar adicionalmente y también para evitar la radiación de emisiones electromagnéticas.

5 Algunas formas de realización son apropiadas para el montaje directo en máquinas herramienta y para aplicaciones electrónicas de potencia similares, en especial, para el montaje directo en máquinas para el mecanizado electrocorrosivo. Gracias al elevado nivel de integración y la eficiente evacuación del calor, pueden miniaturizarse los módulos de potencia de modo que se puedan instalar en una posición discrecional, óptima en las máquinas. Así, pues, se mejoran significativamente, por ejemplo, las propiedades impulsoras de los generadores de erosión, gracias a la supresión del cableado de alta frecuencia. Los módulos de potencia pueden construirse de modo compacto sin grandes sobrecostes, y así soportan también las duras condiciones ambientales. Los módulos presentan además solo unas radiaciones térmica y electromagnética extremadamente reducidas – propiedades, que son ventajosas para un montaje directo en una máquina -.

10 Otra ventaja más resulta, en algunas formas de realización, por la división en una placa de circuitos impresos con elementos SMD de potencia y una placa de circuitos impresos con elementos SMD de control. Porque, por ejemplo, las dos placas de circuitos impresos pueden presentar, por ello, un número diferente de planos de circuitos impresos y/o de diferentes espesores de circuitos impresos. Esto proporciona, primero, un grado de libertad adicional para poder optimizar mejor las placas de circuitos impresos para la aplicación y, en segundo lugar, pueden conectarse varios módulos de potencia o bien unidades de placa de circuitos impresos por sencilla inserción en el lugar correcto gracias a este principio y con el menor recorrido entre la placa de control y la placa de potencia mediante enchufes SMD. Puesto que muchos de tales componentes pueden combinarse discrecionalmente entre sí, también son posibles juegos de sistemas de densidad de potencia muy elevada.

15 Algunas formas de realización hacen posible la aplicación de modernos métodos de fabricación automáticos para la producción en masa de los módulos de potencia o bien de las unidades de placa de circuitos impresos, lo que da lugar a una reducción de costes considerable y, al mismo tiempo, a una calidad de acabado elevada y reproducible. El montaje final, el ensayo y el mantenimiento de los módulos de potencia pueden tener lugar en el ámbito internacional e incluso en talleres más simples. El método de acabado SMT (SMT: Surface Mount Technologie) se basa en la dotación automática de componentes SMD sin cablear (SMD: Surface Mounted Devices) en placas de circuitos impresos, que ya no presentan perforaciones para el alojamiento de conexiones de cable.

20 De ahí resulta, en algunas formas de realización, otra ventaja adicional al final de la vida del producto. Para separar chatarra electrónica y piezas mecánicas, se retiran los clips elásticos, luego se quitan las placas de circuitos impresos y se calienta por encima del punto de fusión de la soldadura con estaño, por lo cual se pueden limpiar después con sencillez todos los componentes electrónicos.

25 Algunas formas de realización de la invención se refieren a un aspecto modular. Así, pues, en algunas formas de realización, se realiza el cuerpo refrigerador de modo que presente conformaciones positivas y negativas, que pueden encajar mutuamente unas en otras. Estas conformaciones pueden tener, por ejemplo, una forma convexa o bien cóncava. Dichas conformaciones positivas y negativas encajan, por ejemplo, unas en las otras, cuando las unidades de placas de circuitos impresos se apilan unas sobre las otras. Con ello, se mejora la conducción térmica de una unidad de placa de circuitos impresos a la otra de manera que, por ejemplo, unidades de placas de circuitos impresos menos cargadas térmicamente con sus cuerpos refrigeradores pueden intercambiar calor mutuamente con unidades de placas de circuitos impresos más fuertemente cargadas térmicamente con sus cuerpos refrigeradores y así se mejora en conjunto el efecto refrigerador.

30 Con las conformaciones, se pueden apilar algunas formas de realización de la unidad de placa de circuitos impresos y pueden formar por ello, por ejemplo, un juego de sistemas. Además, pueden reunirse para formar juegos de sistemas varios módulos de potencia o bien unidades de placas de circuitos impresos por simple inserción o encaje mutuo de las correspondientes conformaciones de los cuerpos refrigeradores.

En consecuencia, algunas formas de realización materializan una idea integral para el montaje y el funcionamiento de módulos de potencia con refrigeración integrada.

35 El campo de aplicación principal de algunas formas de realización queda, en general, en la construcción de máquinas y de instalaciones, aunque se ha de contemplar más ventajosamente en la construcción de máquinas herramienta de precisión con sus requerimientos fuertemente cambiantes.

40 Volviendo a la figura 1, se emplazan y se sueldan con estaño automáticamente en ella elementos 1 SMD de potencia y elementos 17 SMD de control sobre una placa 2 de circuitos impresos en una primera forma de realización, donde los elementos 1 SMD de potencia térmicamente cargados se disponen en zonas marginales de la placa 2 de circuitos impresos, donde los perfiles 4 de los cuerpos refrigeradores pueden disipar el calor.

45 En dichas zonas marginales, se han practicado bajo los elementos 1 SMD de potencia una serie de perforaciones metalizadas para una mejor conducción térmica. Entre dichas zonas marginales de la placa 2 de circuitos impresos y el perfil 4 del cuerpo refrigerador, se inserta un aislamiento 3 cerámico, que presenta por ambas caras un

recubrimiento de una pasta térmicamente conductora. También se podría utilizar, en lugar del aislante 3 cerámico, una conocida hoja de polímero rellena de polvo, aunque esto daría lugar a capacidades de dispersión más elevadas y, por consiguiente, a problemas eléctricos de interferencias.

5 Cada elemento 1 de potencia se presiona ahora con un clip 5 elástico, que es un muelle de hojas especialmente conformado de fuerza y anchura adecuados, por encima de la placa 2 de circuitos impresos y del aislamiento 3 cerámico contra el perfil 4 del cuerpo refrigerador, y tiene por ello un contacto térmico seguro con el perfil 4 del cuerpo refrigerador.

10 El perfil 4 del cuerpo refrigerador y el clip 5 son ofrecidos, por ejemplo, por la empresa AAVID THERMALLOY (www.aavidthermalloy.com). Esta empresa ofrece de nuevo también realizaciones especiales de perfiles 4 de cuerpos refrigeradores con tubos de acero fino soldados con estaño para la refrigeración por líquido de elementos de potencia cableados.

15 Como material para el aislante 3 cerámico es especialmente adecuado, por ejemplo, el nitruro de aluminio (AlN) con una conductancia térmica de 180 W/mK, pero también el extendido óxido de aluminio (Al₂O₃) y mucho más barato con una conductancia térmica de 24 W/mK puede ser del todo suficiente. El óxido de berilio (BeO) con la conductancia térmica de 260 W/mK podría ser, sin duda, muy interesante, aunque no pueda utilizarse en algunas formas de realización por su elevada toxicidad en forma de polvo. La resistencia eléctrica a descargas disruptivas queda en todos esos tipos de cerámicas en unos excelentes 10 a 20 kV/mm, y es más que suficiente para nuestros requerimientos. La constante dieléctrica relativa ϵ_R de entre 6,5 y 8,5 es, en algunas formas de realización, más bien decisiva para la elección del material y el espesor del aislante 3 cerámico.

25 Materiales para los aislantes 3 cerámicos los ofrece, por ejemplo, la empresa DENKA (www.denka.co.jp).

Los ensayos han mostrado que con esta forma de realización con un espesor de 0,8 mm de placa 2 de circuitos impresos y aislantes 3 cerámicos de óxido de aluminio de 3 a 0,6 mm de espesor, se puede evacuar, en condiciones operativas realistas, una energía disipada máxima de 30 W para un molde SMD de caja D2PAK y una energía disipada máxima de 30 W para un molde SMD de caja D3PAK. Los correspondientes moldes de caja para componentes TO220 y TO247 cableados apenas permiten esos valores. Este avance permite un modo constructivo muy compacto de los módulos.

Menores espesores de la placa 2 de circuitos impresos y de aislantes 3 cerámicos de nitruro de aluminio permiten, en algunas formas de realización, aún mayores energía disipadas. Aunque existen determinados límites para la capacidad de carga de los propios componentes SMD por encima de los cuales disminuye, en general, la fiabilidad debido a los ciclos térmicos. En esta región, una reducción de alrededor de 10°C de la temperatura del componente puede suponer una duplicación de la duración.

40 Las superficies de contacto para los aislantes 3 cerámicos duros y frágiles deben ser, en algunas formas de realización, absolutamente planas, es decir, que la placa 2 de circuitos impresos, tras el proceso de soldadura con estaño, se ha de mecanizar eventualmente por la cara trasera o que un perfil 4 de cuerpo refrigerador extrudido desigualmente necesita eventualmente un mecanizado ulterior. Según el espesor de la placa 2 de circuitos impresos, también puede resultar ventajoso, en algunas formas de realización, dotar a las placas 2 de circuitos impresos de ranuras o entalladuras entre elementos 1 SMD de potencia para garantizar un asiento plano incluso en una placa 2 de circuitos impresos ligeramente arqueada.

Los ensayos han mostrado que todas las resistencias a la transición térmica se reducen, por lo general, después de un tiempo determinado de funcionamiento, lo que da lugar a menores temperaturas en los componentes SMD. Para poder lograr inmediatamente este estado ventajoso y prepararlo sin daños de los componentes SMD, se estabilizan los módulos tras el montaje con un tratamiento térmico en algunas formas de realización.

Los elementos 17 SMD de control mucho menos cargados térmicamente, como procesadores o circuitos lógicos, pueden disipar asimismo el calor: a través de la placa 2 de circuitos impresos mediante una primera película 6 térmica y una chapa 7 de fondo, que se unen con tornillos 8 con los perfiles 4 de cuerpos refrigeradores. Para esos elementos 17 SMD de control, ya es suficiente la más bien reducida conductancia térmica de unos 0,3 W/mK de la placa 2 de circuitos impresos para el transporte térmico en la película 6 térmica.

Tales películas 6 conductoras térmicas flexibles pueden constar, por ejemplo, de un producto GAP PAD A200 de la empresa BERGQUIST (www.bergquistcompany.com).

60 La figura 5 muestra una forma de realización de un perfeccionamiento de la forma de realización según la figura 1, que hace posible adicionalmente una refrigeración por líquido. Los perfiles 4 de los cuerpos refrigeradores se han provisto, para ello, de un canal 9 en forma de U, que es ligeramente más estrecho de diámetro, que los tubos 10 de refrigeración en paredes delgadas. La chapa 7 de fondo presiona a través de los tornillos 8 sobre los tubos 10 de refrigeración en los canales 9 en forma de U. Con ello, se deforman elásticamente los tubos 10 de refrigeración, y están, por tanto, en contacto térmico estrecho y duradero con los perfiles 4 de los cuerpos refrigeradores.

- 5 Los tubos 10 de refrigeración se eligen, según el líquido refrigerador empleado, de cobre, aluminio, de sus aleaciones o de acero fino. Los materiales deben ser lo más duros posible para generar el deseado efecto elástico. Los materiales no deben ser deformados, por ejemplo, plásticamente, pues las contracciones térmicas se comportarían irreversiblemente como deformaciones plásticas.
- 10 El espesor de pared típico de los tubos 10 de refrigeración es en esta forma de realización de unos 0,2 mm a 1 mm. Los tubos 10 de refrigeración se conectan por medio de piezas de unión (no representadas) y/o mangueras (no representadas) con un sistema de refrigeración (no representado).
- 15 La velocidad de circulación del líquido refrigerador se elige, en algunas formas de realización, para una refrigeración eficiente de la zona de refrigeración tan elevada que se produce una corriente turbulenta y, con ello, un buen entremezclado del líquido de refrigeración. Para ello, debe sobrepasarse el llamado número de Reynolds crítico de 2320. Para el agua como líquido de refrigeración y con diámetro interior de tubo de refrigeración de 0,5 mm debe ser, para ello, la velocidad de circulación mayor de 0,5 m/s a 20°C. En las restantes zonas como, por ejemplo, en las mangueras y conexiones, se eligen, en cambio, mayores secciones transversales para conseguir menores pérdidas de corriente con una corriente laminar.
- 20 Formas de realización según las siguientes figuras de 6 a 21, como también la forma de realización de la figura 5, pueden refrigerarse discrecionalmente con aire de refrigeración sin filtrar y/o un líquido refrigerador. En máquinas de erosión ya existen, la mayoría de las veces, dispositivos de refrigeración del líquido para mantener los dieléctricos a temperatura constante. En consecuencia, en algunas formas de realización, puede resultar económico dimensionar dichos dispositivos algo mayores para refrigerar también los módulos electrónicos. En algunas formas de realización, circula el líquido refrigerador del dispositivo refrigerador o también el dieléctrico refrigerado de la máquina de erosión directamente sobre los módulos.
- 25 En el montaje directo en una máquina, se atiende, en algunas formas de realización, con la refrigeración por aire a que el aire de escape calentado no entre en contacto con la estructura de la máquina, sino que se evacue hacia arriba a través de un dispositivo en forma de chimenea. Con aire de refrigeración fuertemente contaminado, se limpian regularmente las superficies de refrigeración de los módulos, en algunas formas de realización, para garantizar el efecto refrigerador. Eso es para muchos usuarios más barato y sencillo que cambiar filtros de aire.
- 30 La combinación de refrigeración por aire y la refrigeración por líquido puede resultar especialmente ventajosa en países tropicales, donde la temperatura ambiente en los talleres no sobrepasa rara vez los 45°C. Con una pequeña refrigeración por líquido adicional, una máquina semejante, que normalmente debería estar desconectada, puede producir ahora a pleno rendimiento.
- 35 La figura 6 muestra otra forma de realización adicional, en la que una chapa 12 de cubierta protege los módulos contra influencias ambientales y una especie de dentado, que se ha formado por medio de conformaciones 14 convexas y conformaciones 15 cóncavas de los perfiles 4 del cuerpo refrigerador, que hace los módulos apilables. Los módulos pueden, tal como representa la figura 7, desplazarse o encajarse mutuamente unos en otros. Frontalmente, chapas de cubierta (no dibujadas) aplicadas por ambos lados o cierres (no dibujados) proporcionan a los módulos un espacio interior protegido y una buena estabilidad mecánica.
- 40 La chapa 12 de cubierta puede evacuar adicionalmente sobre segundas hojas 11 térmicas calor de escape de la cara superior de los elementos SMD. La chapa 12 de cubierta está, para ello, sobre una entalladura 13 en contacto térmico con los perfiles 4 de los cuerpos refrigeradores. También aquí se aprovecha la elasticidad de la chapa 12 de cubierta para una pequeña resistencia de transición térmica duradera.
- 45 En algunas formas de realización, en las cuales la chapa 12 de cubierta no ha de evacuar calor alguno, se la elimina en sistemas como según la figura 7, con excepción del módulo superior.
- 50 Para poder evacuar elevadas pérdidas de energía, se realiza la placa 2 de circuitos impresos en algunas formas de realización, de modo que la diferencia de temperaturas entre el elemento 1 SMD y el aislante 3 cerámico aumente proporcionalmente al espesor de la placa de circuitos impresos. Aunque esto tiene la consecuencia de que la estabilidad mecánica de la placa 2 de circuitos impresos puede ser insuficiente en algunas formas de realización.
- 55 La forma de realización presentada en la figura 8, presenta, por ello, una placa 20 de refuerzo en la cara posterior (en la cara sin componente SMD) de la placa 2 de circuitos impresos.
- 60 La placa 20 de refuerzo puede unirse junto al aislante 3 cerámico por medio de los llamados productos preimpregnados con la placa 2 de circuitos impresos. Este procedimiento se conoce y se describe minuciosamente, por ejemplo, en la solicitud de patente EP 06 02 498.
- 65 Alternativamente se suelda también con estaño la placa 2 de circuitos impresos con la placa 20 de refuerzo y los aislantes 3 cerámicos en algunas formas de realización, lo que proporciona pocas resistencias de transición térmica.

Para ello, deben presentar tanto la placa 20 de refuerzo como también los aislantes 3 cerámicos en lugares adecuados un revestimiento de cobre. Aislantes 3 cerámicos revestidos de cobre pueden revestirse asimismo por la mencionada empresa CURAMIK ELECTRONICS (www.curamik.com).

5 En algunas de las formas de realización descritas hasta ahora se requiere solo una placa 2 de circuitos impresos por módulo. Aunque esto demanda compromisos y es, por ello, menos apropiado para aplicaciones de alto rendimiento.

10 La forma de realización según la figura 8 muestra, por ello, adicionalmente cómo se pueden endurecer los elementos 17 SMD de control de la placa 2 de circuitos impresos sobre una placa 16 de control. Para ello, se unen la placa 2 de circuitos impresos y la placa 16 de control en lugares apropiados con conectadores 19 SMD enchufables. En este caso, bastan para la placa 2 de circuitos impresos la mayoría de los casos dos planos guía no pistas guía de alto voltaje, que pueden estar unidos con vías. Las pistas guía de alto voltaje cubren típicamente una zona de 5 amperios a 200 amperios, y se ejecutan en algunas formas de realización con espesores de conductor de más de unos 200 µm.

15 La placa 16 de control puede realizarse, en cambio, en algunas formas de realización con muchos planos guía discrecionalmente y con técnica de conductores finos, ya que en ese caso no se presentan grandes problemas térmicos o elevados voltajes. La placa 16 de control puede unirse a través de una película 18 térmica autoadhesiva con una chapa 21 de fondo reforzada. La chapa 21 de fondo reforzada evacua, pues, el calor a los perfiles 4 de cuerpos de refrigeradores.

20 Para las películas 18 guía térmicas autoadhesivas, puede emplearse, por ejemplo, el producto THERMATTACH T413 de la empresa CHOMERICS (www.chomerics.com). Este material tiene un valor guía térmico de solo 0,35 W/mK, lo que en este caso es, no obstante, suficiente. En caso de una reparación, puede liberarse esa unión adhesiva con una espátula, aunque debe sustituirse en un montaje renovado, en algunas formas de realización, tras la limpieza de las superficies adhesivas por nueva película.

25 La figura 10 muestra una forma de realización modificada de un módulo según la figura 8, con el objetivo de aumentar la potencia refrigeradora para la refrigeración por aire. Los perfiles 4 de los cuerpos refrigeradores se proveen, para ello, de aletas 22 de refrigeración adicionales. La superficie ampliada con ello reduce la resistencia de la transición térmica entre el perfil 4 del cuerpo refrigerador y el aire refrigerador.

30 La figura 11 muestra, a modo de ejemplo, una forma de realización de un juego de sistemas de tales módulos. Si la refrigeración ha de realizarse exclusivamente por aire refrigerador, resulta ventajoso, en algunas formas de realización, eliminar los canales 9 en forma de U y los tubos 10 refrigeradores.

35 La figura 12 muestra otra forma de realización más de la invención. Para simplificar el montaje y el desmontaje del módulo, se sustituyen los tornillos 8 asimismo por clips 23, los cuales son iguales que los clips 5 para los elementos 1 SMD de potencia, en algunas formas de realización. Con ello, resulta una mayor tolerancia en las dilataciones térmicas, ya que los clips 23 son más elásticos que las uniones a tornillo y pueden provocar, en consecuencia, una prolongación de la vida del módulo.

40 El dentado de los módulos se modifica con conformaciones 24 positivas y conformaciones 25 negativas correspondientes de tal manera que se disponga de sitio para el alojamiento de los clips 23 y se pueda mantener baja la altura constructiva de los módulos.

45 La figura 13 muestra a base de un juego de sistemas a partir de módulos según la figura 12, cómo encajan mutuamente las conformaciones 24 y 25 unas en otras y posibilitan una conducción térmica adecuada de un módulo al siguiente.

50 La figura 14 muestra una forma de realización, que da un paso más en cuanto a la flexibilidad para la aplicación de los módulos. Siempre que se desease utilizar perfiles 4 de cuerpos refrigeradores iguales para refrigerar por líquido o por aire, en caso de refrigeración exclusivamente por aire, los canales 9 en forma de U según las figuras 5 a 13 perturban el flujo térmico entre los elementos 1 SMD de potencia y la superficie refrigeradora para la refrigeración por aire. Para eliminar este inconveniente, se colocan, en esta forma de realización, los asientos de los tubos 10 de refrigeración entre las aletas de refrigeración. Los asientos se han conformado y dimensionado de tal modo que los tubos 10 de refrigeración estén fijos puramente por su deformación elástica a consecuencia del encaje a presión – o sea, en este caso sin medio auxiliar adicional -. La figura 14 muestra, a modo de ejemplo, el perfil 26 refrigerador sin tubos 10 de refrigeración (con refrigeración por aire exclusivamente), y el perfil 27 refrigerador idéntico con tubos 10 de refrigeración (para refrigeración por líquido y/o por aire).

55 La figura 15 muestra en el ejemplo de una forma de realización un juego de sistemas de modo que según demanda los tubos 10 de refrigeración también puedan instalarse solo parcialmente. Por el número de tubos de refrigeración, puede modificarse convenientemente la potencia refrigeradora.

60

- La figura 16 muestra otra forma de realización más con el mismo objetivo. En este caso, se han instalado los tubos 10 de refrigeración en las zonas donde estaban parcialmente los dentados para el apilado de los módulos en las anteriores formas de realización. En la cara inferior del perfil 4 de los cuerpos refrigeradores, se ha previsto un primer canal 28, que se ha configurado de modo que los tubos 10 de refrigeración como en la figura 14 descansen sin medio auxiliar adicional tras el encaje a presión. En la cara superior, se ha previsto un segundo canal 29, que se ha configurado de modo que los tubos 10 de refrigeración del módulo a apilar se deformen además elásticamente para mantener unidos los módulos y garantizar una buena transición térmica entre los tubos 10 de refrigeración y los dos módulos apilados. Para poder absorber mejor las fuerzas laterales, debidas a la deformación de los tubos 10 de refrigeración, se utiliza preferiblemente en esta forma de realización un cuerpo 30 refrigerador de una pieza.
- Para apilar los módulos, se los puede comprimir verticalmente, y dejar que engatillen, o juntarlos empujando longitudinalmente, donde los canales 29 pueden configurarse también, en este caso, con una mayor extensión.
- Como tercera posibilidad, se pueden encajar a presión longitudinalmente, en algunas formas de realización, los tubos 10 de refrigeración, para unir módulos, por lo cual resulta una unión especialmente robusta y térmicamente conductora. Evidentemente, el desmontaje será algo más costoso.
- La figura 17 muestra cómo se puede formar con esos módulos un juego de sistemas. Como ventajas resultan para este ejemplo que no se perjudica el flujo térmico en caso de refrigeración por aire únicamente y, que en caso de refrigeración por líquido, se produce un contacto térmico muy fiable de los tubos 10 de refrigeración con los perfiles 30 de los cuerpos refrigeradores. Por cara inferior del cuerpo 30 refrigerador de una pieza, pueden refrigerarse mediante dos películas 11 térmicas componentes SMD de un módulo subyacente. El módulo más elevado presenta una chapa 30 de cubierta térmicamente conductora para dar estanqueidad.
- La forma de realización según la figura 18 muestra cómo se puede mejorar el flujo térmico por el desplazamiento de los tubos 10 de refrigeración hacia la zona interior del módulo. El flujo 32 térmico hacia los tubos 10 de refrigeración se independiza aquí, en su mayor parte, del flujo 33 térmico hacia las aletas 22 de refrigeración, con lo que pueden llevarse a cabo todas las combinaciones de refrigeración con los mismos perfiles refrigeradores.
- Como forma de realización alternativa, se muestra también, cómo la chapa 21 de fondo reforzada puede fijarse por medio de alojamientos 36 y cómo se puede ejercer con ello presión elástica adicional sobre los tubos 10 de refrigeración.
- Se han representado además en la figura 18 una conformación 34 negativa y una conformación 35 positiva para el apilamiento alternativo de los módulos, que están invertidos en comparación con la figura 12. Eso permite apilar los módulos discrecionalmente, en especial, también de cabeza.
- La figura 19 muestra un juego de sistemas según este principio. El módulo superior se ha dispuesto de cabeza con lo que se puede ahorrar una chapa 31 de cubierta. Las anteriores conformaciones 34, 35 pueden servir adicionalmente para el montaje en pie o colgante del juego de sistemas. Basta activar un sencillo mecanismo de enclavamiento, tras la inserción lateral, para garantizar así una sujeción segura. El montaje y el mantenimiento de los módulos se simplifican considerablemente con ello.
- La figura 20 muestra una forma de realización, que es similar a la de la figura 18, con la diferencia de que con la modificación de las conformaciones 34, 35 se mejora la transición del calor de un módulo al siguiente. Esto puede verse especialmente en la figura 21. Las conformaciones 34, 35 se han configurado de modo que encajen unas en las otras como las piezas de un puzzle y posibiliten, con ello, un buen contacto térmico de un módulo al siguiente. Gracias a ello, se da también un mejor rendimiento refrigerador, especialmente con carga térmica desigual de los módulos y, en consecuencia, de la refrigeración por aire. Por la configuración de las conformaciones 34, 35, ya no es posible, al contrario que en la forma de realización según las figuras 18 y 19, una inserción lateral de los distintos módulos.
- Los juegos de sistemas según el procedimiento de enclavamiento pueden soportar sin problemas los golpes del transporte y las vibraciones, ya que las cubiertas frontales proporcionan resistencia adicional y, por ello, evitan fiablemente un desenclavamiento.
- Siguen algunas explicaciones generales a las características de las formas de realización descritas arriba, que pueden combinarse de forma mutuamente discrecional.
- En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento para fabricar una unidad de placa de circuitos impresos, se proporciona al cuerpo (4) refrigerador un perfil (22) apropiado para la refrigeración por aire.
- En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento para fabricar una unidad de placa de circuitos impresos, se realiza la placa (2) de circuitos impresos con un espesor de menos de 2 mm, preferiblemente menos de 1 mm, y la placa de circuitos impresos se hace de un material de fibra de vidrio-resina epoxi o de un polímero relleno de polvo.

- 5 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se elabora la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante de una cerámica térmicamente conductora y eléctricamente aislante, en especial, de óxido de aluminio (Al_2O_3) o nitruro de aluminio (AlN).
- 10 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se refuerza la placa (2) de circuitos impresos mediante una placa (20) de refuerzo de material de fibra de vidrio y resina epoxi o de un polímero relleno de polvo.
- 15 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, las zonas exteriores de los cuerpos (4) refrigeradores se proveen de aletas (22) de refrigeración y, entre las aletas (22) de refrigeración, se encajan a presión tubos de refrigeración de paredes delgadas por deformación elástica de los cuerpos refrigeradores, y la evacuación del calor se prevé mediante aire refrigerador sin filtrar y/o un líquido refrigerador, que fluye por los tubos de refrigeración.
- 20 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se configuran los cuerpos (4) refrigeradores en función de las cantidades de calor a disipar y la evacuación del calor se produce solo por aire refrigerador o solo por líquido refrigerador o por una combinación de líquido refrigerador y aire refrigerador.
- 25 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se prevén en una cara exterior de los cuerpos refrigeradores entalladuras (13) para recibir una chapa (12) de cubierta.
- 30 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se reviste de cobre del lado de la placa de circuitos impresos la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante y una placa (20) de refuerzo, y se suelda con estaño la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante con la placa (2) de circuitos impresos.
- 35 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se unen por polimerización la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante y la placa (20) de refuerzo con la placa (2) de circuitos impresos durante el proceso de acabado de la placa de circuitos impresos.
- 40 En algunas formas de realización, que se refieren a un procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, se dispone, adicionalmente a la placa (2) de circuitos impresos, una placa (16) de control con elementos (17) de control instalables en superficie, y la placa (16) de control se une con una chapa (21) de fondo mediante una película (18) térmica autoadhesiva y se refrigera por dicha chapa de fondo y la placa (16) de control se conecta eléctricamente con la placa (2) de circuitos impresos por medio de conectores (19) enchufables instalables en superficie.
- 45 En algunas formas de realización de una unidad de placa de circuitos impresos, el cuerpo (4) refrigerador presenta un perfil (22) apropiado para la refrigeración por aire.
- 50 En algunas formas de realización de una unidad de placa de circuitos impresos, las zonas exteriores del cuerpo refrigerador presentan aletas (22) de refrigeración y entre las aletas de refrigeración se encajan a presión, por ejemplo, tubos de refrigeración de paredes delgadas por deformación elástica de los tubos de refrigeración, y la evacuación del calor se prevé mediante aire refrigerador sin filtrar y/o un líquido refrigerador.
- 55 En algunas formas de realización de una unidad de placa de circuitos integrados, se refuerza adicionalmente la placa de circuitos impresos con una placa (20) de refuerzo de material de fibra de vidrio y resina epoxi o de un polímero relleno de polvo, y la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante y la placa (20) de refuerzo presentan respectivamente un recubrimiento de cobre, y la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante se sueldan con estaño, por ejemplo, con la placa (2) de circuitos impresos.
- 60 En algunas formas de realización, la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante y la placa (20) de refuerzo están unidas por polimerización con la placa de circuitos impresos formando una unidad.
- 65 En algunas formas de representación de una unidad de placa de circuitos impresos, muestra esta, adicionalmente a la capa (2) de circuitos impresos con elementos (1) de potencia, una placa (16) de control que presenta elementos (17) de control instalables en superficie. Por ejemplo, si la placa (16) de control está unida con una chapa (21) por medio de una película (18) térmica autoadhesiva de modo que sea refrigerada por esta, y la placa (16) de control está conectada eléctricamente con la placa (2) de circuitos impresos por medio de conectores (19) enchufables instalables en superficie.

En algunas formas de realización de una unidad de circuitos impresos, el cuerpo refrigerador se configura en función de la cantidad de calor a disipar, y la evacuación del calor se produce, por ejemplo, solo por líquido refrigerador o solo por aire refrigerador o por una combinación de refrigeración por líquido y refrigeración por aire.

- 5 Son posibles otras muchas formas de realización y combinaciones de la presente invención. El especialista puede fijar, por ejemplo, formas discretionales de dentados para el apilamiento, o alturas, anchuras y longitudes de los módulos, así como elegir un número discrecional de perfiles 4 de cuerpos refrigeradores y placas 2 conductoras por módulo para sus fines especiales.
- 10 Los ejemplos expuestos sirven solo para una mejor comprensión. Datos ilustrativos como: arriba, abajo, negativo, positivo, lateralmente, capa de fondo o chapa de cubierta no se han de entender como limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de una unidad de placa de circuitos impresos, en la que:

- 5 - se instalan y se sueldan con estaño automáticamente componentes (1, 17) acoplables en superficie en una placa de circuitos impresos,
 - se montan elementos (1) de potencia acoplables en superficie y cargados térmicamente sobre la placa (2) de circuitos impresos en zonas térmicamente conductoras, en las que se disponen vías (interconexión vertical entre capas de una placa) metálicas para la conducción térmica,
10 - se dispone una capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante entre los elementos (1) de potencia acoplables en superficie y uno o varios cuerpos (4) refrigeradores en la zona de las vías, caracterizado por que los elementos (1) de potencia acoplables en superficie se ejerce presión con por lo menos un clip (5) elástico sobre la placa (2) de circuitos impresos intercalada contra el cuerpo (4) refrigerador o los varios cuerpos refrigeradores de tal modo que el calor generado por los elementos (1) de potencia
15 acoplables en superficie sea disipado a través de las vías a los cuerpos refrigeradores.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el cuerpo (4) refrigerador está provisto de una zona receptora, en la que se coloca uno de los extremos del clip, mientras que el otro extremo del clip ejerce una presión de apriete sobre el elemento (1) de potencia y/o sobre los elementos de potencia acoplables en superficie.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el calor de los cuerpos (4) refrigeradores es disipado por medio de un agente refrigerador gaseoso y/o líquido.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que los cuerpos (4) refrigeradores para la refrigeración por líquido se dotan de uno o varios canales (9) y en esos canales se disponen tubos (10) de refrigeración.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los tubos (10) de refrigeración se encajan a presión en los canales (9) y los tubos (10) de refrigeración se dimensionan de paredes tan delgadas que se adapten por deformación elástica a los canales (9).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que los cuerpos refrigeradores se han configurado de modo que puedan recibir clips (23) elásticos en la cara inferior para encajar a presión los tubos (10) refrigeradores en los canales.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se montan elementos (17) de control acoplables en superficie sobre la placa (2) de circuitos impresos, y se disponen una primera película (6) térmicamente conductora y una chapa (7) de fondo de tal modo que evacuen el calor de los elementos (17) de control.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se han dispuesto una chapa (12) de cubierta y una segunda película (11) térmicamente conductora de tal modo que se disipe el calor de la cara superior de los componente (17) acoplables en superficie, y en el que la unidad de placa de circuitos impresos se cierra de forma estanca por ambos lados frontalmente mediante cubiertas.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, para apilar varias unidades de placas de circuitos impresos, se prevén en las partes exteriores de los cuerpos (4) refrigeradores unas conformaciones (14, 15; 24, 25, 34, 35) positivas y conformaciones negativas correspondientes, de manera que varias unidades de placas de circuitos impresos puedan unirse encajando mutuamente en las conformaciones.

10. Unidad de placas de circuitos impresos, que comprende:

- una placa (2) de circuitos impresos con componentes (1, 17) acoplables en superficie soldados con estaño encima,
55 - por lo menos un elemento (1) de potencia acoplable en superficie, cargado térmicamente y dispuesto en zonas térmicamente conductoras de la placa (2) de circuitos impresos, donde las zonas térmicamente conductoras presentan vías metálicas para conducir el calor,
 - una capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante, que se dispone entre los elementos (1) de potencia acoplables en superficie y uno o varios cuerpos (4) refrigeradores en la zona de las vías, caracterizada por que los elementos de potencia acoplables en superficie se aprietan con por lo menos un clip (5) elástico sobre la placa (2) de circuitos impresos intercalada de tal manera contra el cuerpo o los cuerpos refrigeradores que el calor generado por los elementos (1) de potencia acoplables en superficie sea desviado por las vías a los cuerpos (4) refrigeradores.
60

11. Unidad de placa de circuitos impresos según la reivindicación 10, en la que el cuerpo (4) refrigerador presenta una zona receptora, en la que se dispone un extremo del clip, mientras que el otro extremo del clip ejerce una presión de apriete sobre el elemento (1) y/o los elementos de potencia acoplables en superficie.
- 5 12. Unidad de placa de circuitos impresos según la reivindicación 10 u 11, en la que el calor del cuerpo (4) o de los cuerpos refrigeradores se disipa por medio de un agente refrigerador gaseoso y/o líquido.
- 10 13. Unidad de placa de circuitos impresos según una de las reivindicaciones 10 a 12, en la que la placa (2) de circuitos impresos presenta un espesor de menos de 2 mm, preferiblemente de menos de 1 mm, y la placa de circuitos impresos presenta un material de fibra de vidrio y resina epoxi o un polímero relleno.
- 15 14. Unidad de placa de circuitos impresos según una de las reivindicaciones 10 a 13, en la que la capa (3) térmicamente conductora y eléctricamente aislante presenta una cerámica, en especial, de óxido de aluminio (Al_2O_3) o nitruro de aluminio (AlN).
- 20 15. Unidad de placa de circuitos impresos según una de las reivindicaciones 10 a 14, en la que los cuerpos (4) refrigeradores presentan uno o varios canales (9) para la refrigeración por líquido y tubos (10) de refrigeración emplazados en los canales (9), siendo los tubos de refrigeración de paredes tan delgadas que pueden ajustarse por deformación elástica en los canales.
- 25 16. Unidad de placa de circuitos impresos según una de las reivindicaciones 1 a 15, en la que los cuerpos refrigeradores se han configurado de modo que pueden alojar clips (23) elásticos de manera que los tubos de refrigeración puedan encajarse a presión en los canales de los cuerpos refrigeradores.
- 30 17. Unidad de placa de circuitos impresos según una de las reivindicaciones 10 a 16, en la que zonas exteriores de los cuerpos (4) refrigeradores presentan conformaciones (14, 15; 24, 25; 34, 35) positivas y conformaciones negativas correspondientes para el apilamiento de varias unidades de placa de circuitos impresos, de modo que varias unidades de placa de circuitos impresos puedan acoplarse de modo mutuamente encajante en las conformaciones.

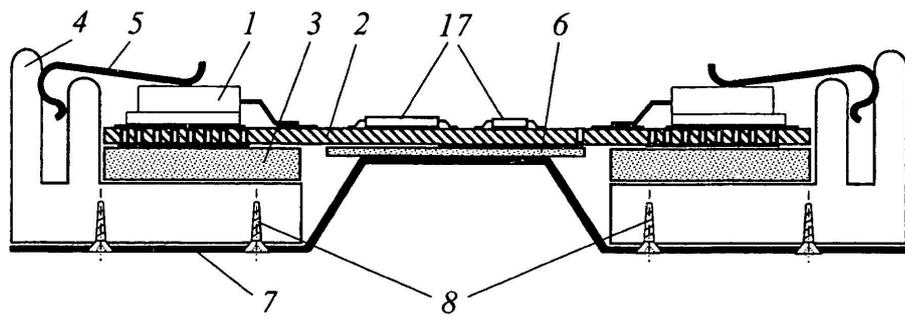


Fig 1

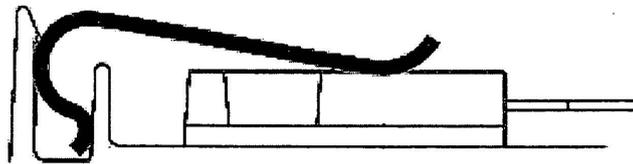


Fig 2 ESTADO DE LA TÉCNICA

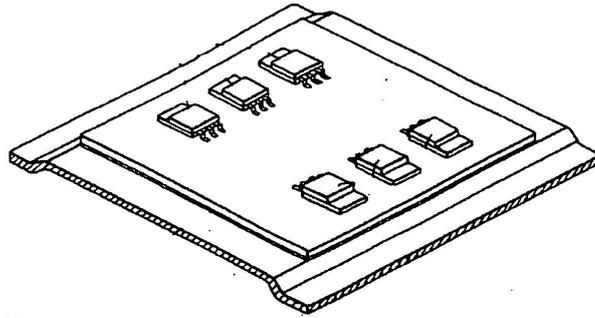


Fig 3 ESTADO DE LA TÉCNICA

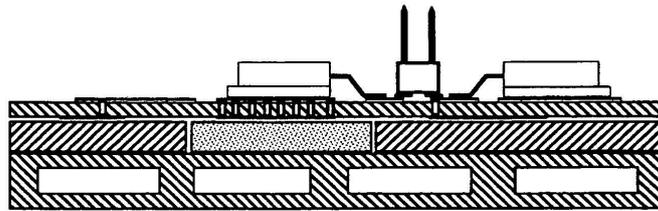


Fig 4 ESTADO DE LA TÉCNICA

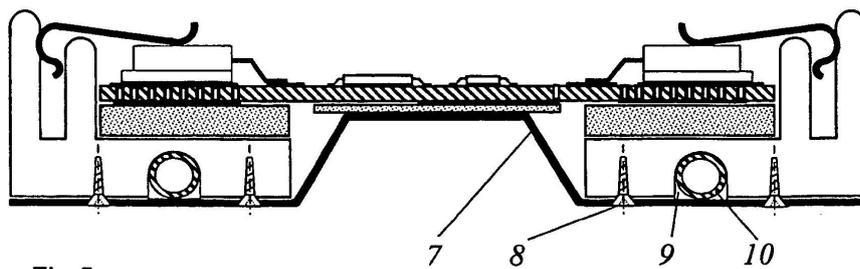
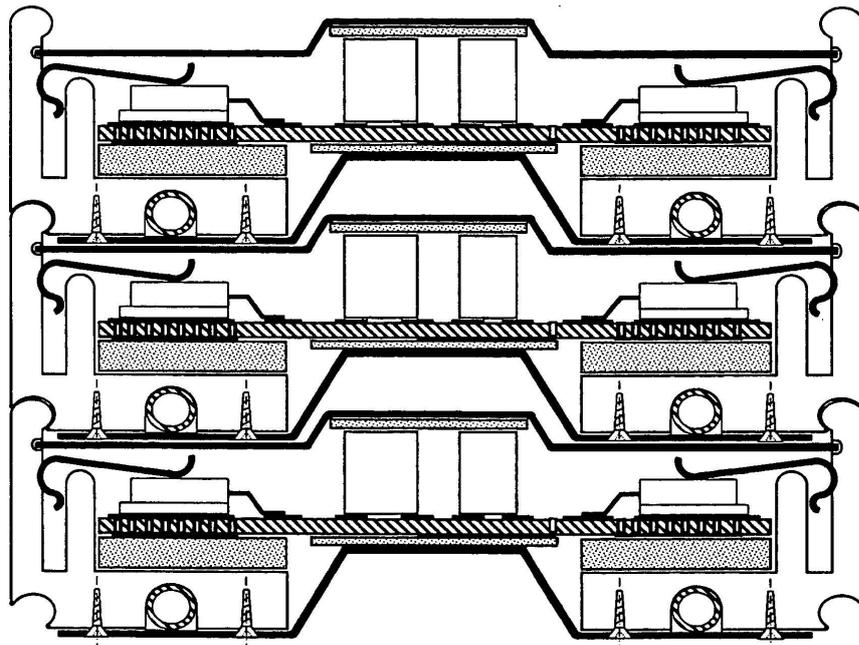
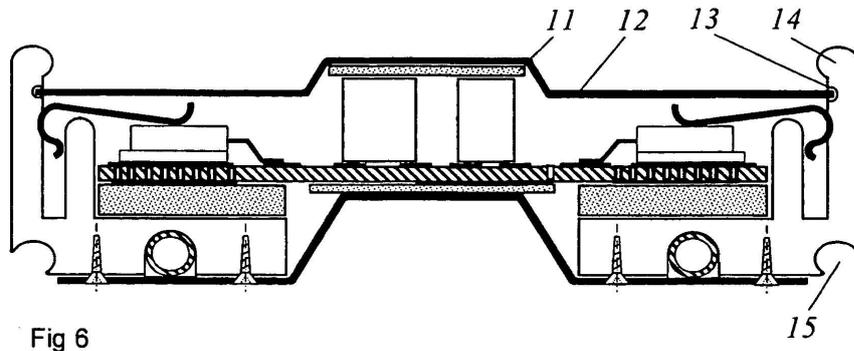


Fig 5



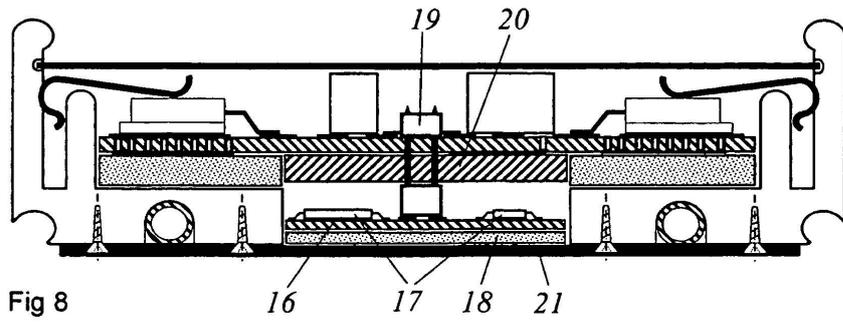


Fig 8

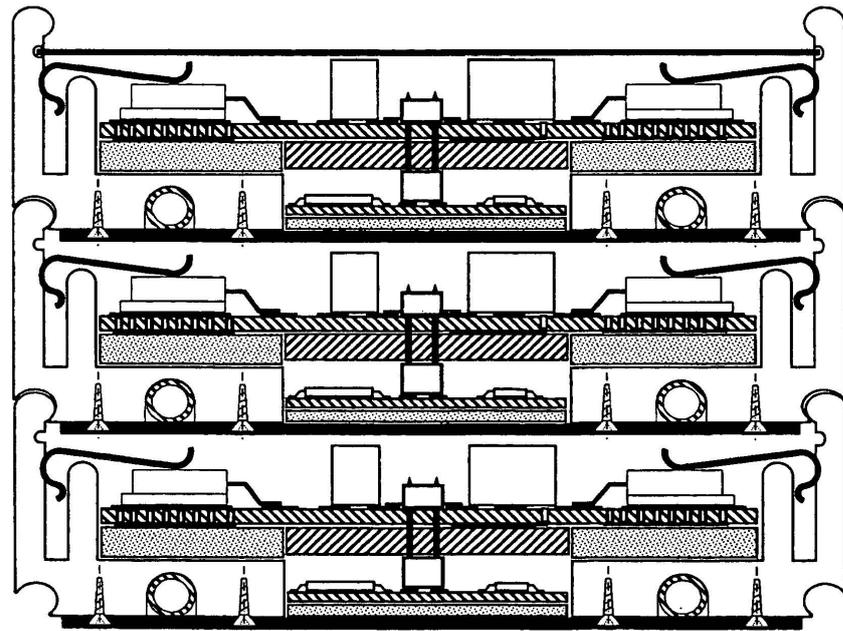


Fig 9

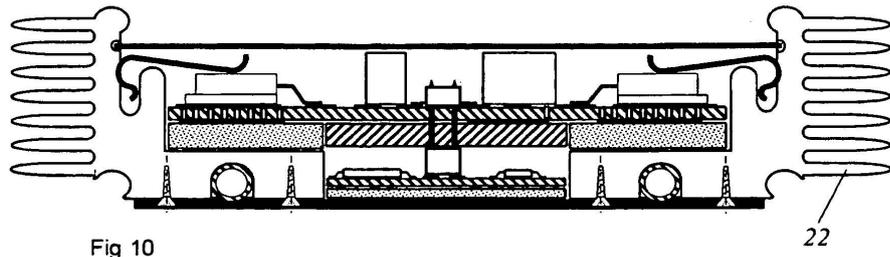


Fig 10

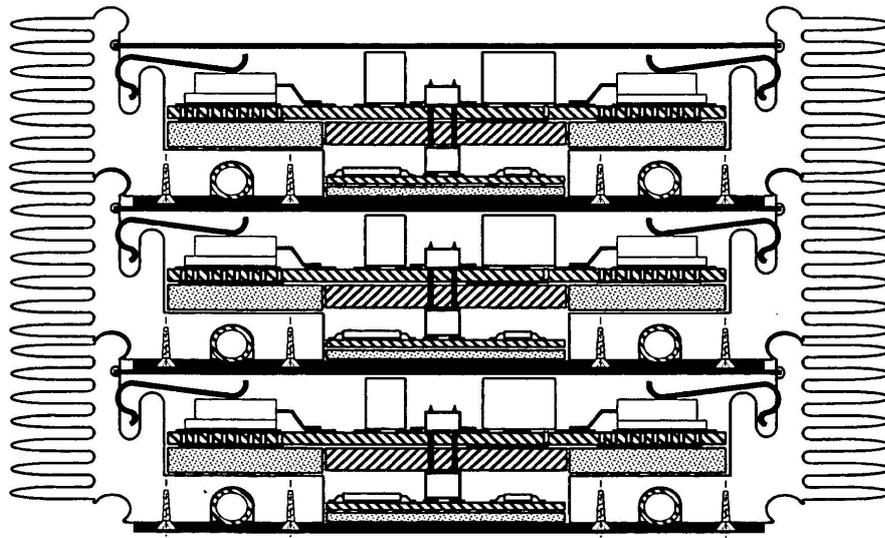


Fig 11

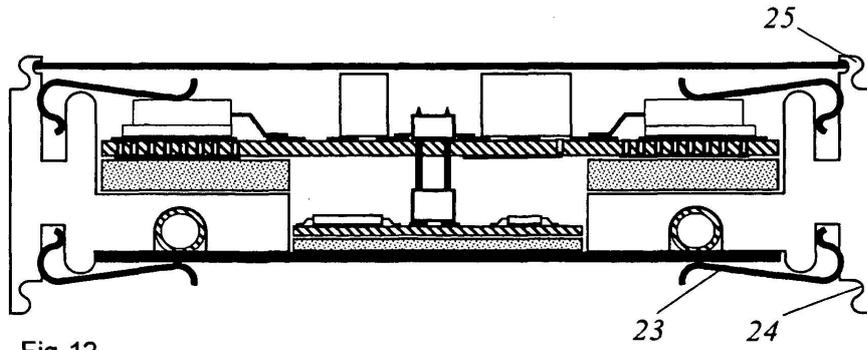


Fig 12

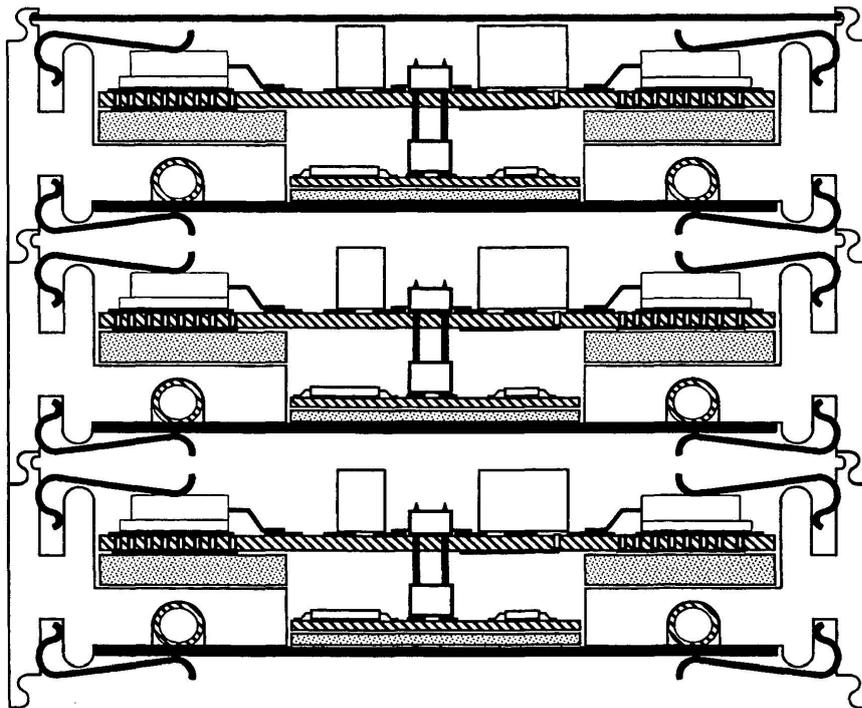


Fig 13

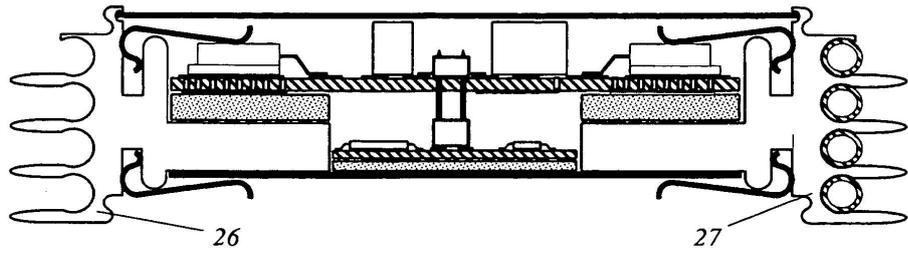


Fig 14

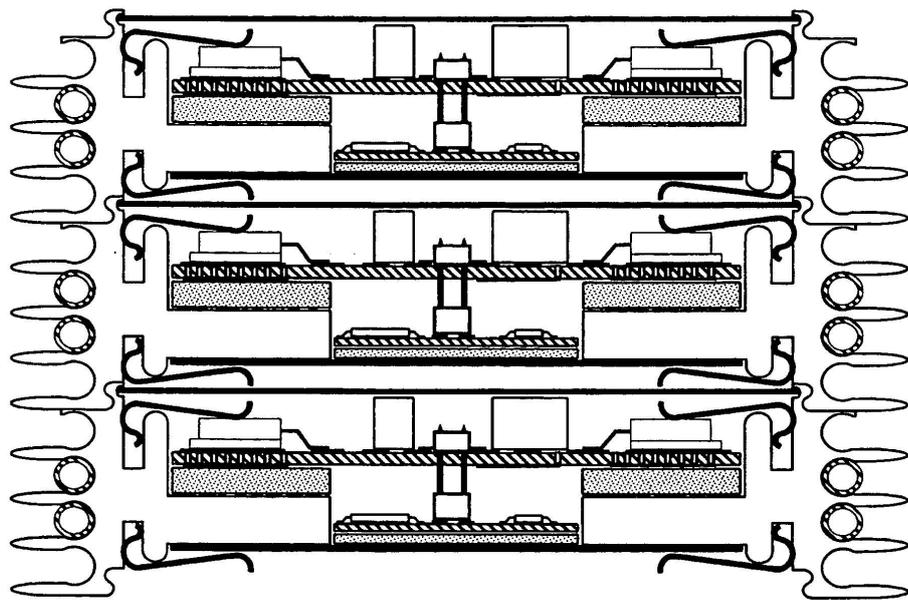


Fig 15

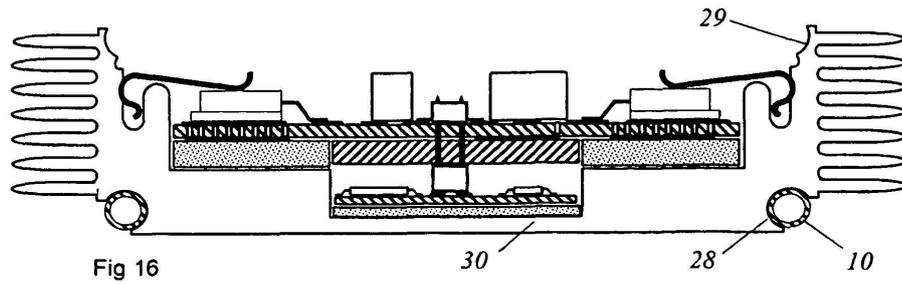


Fig 16

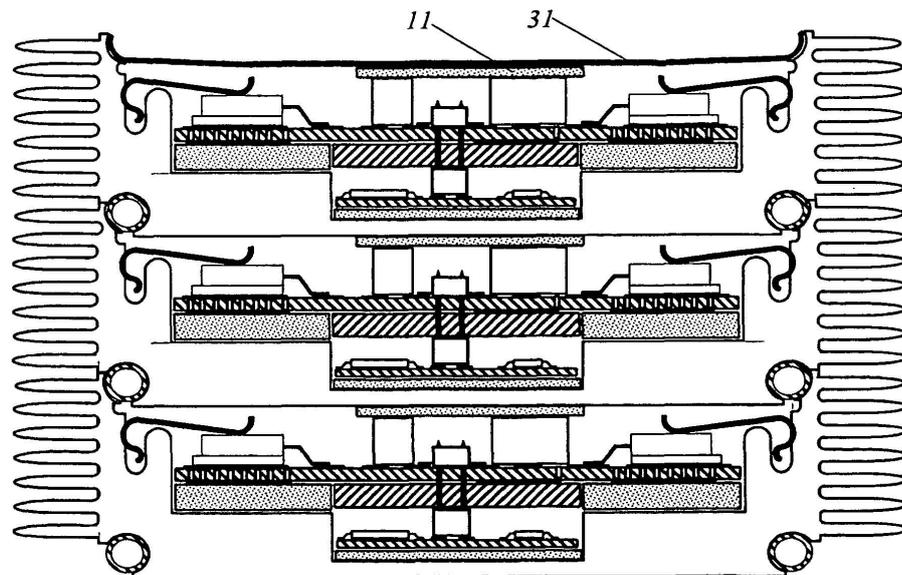


Fig 17

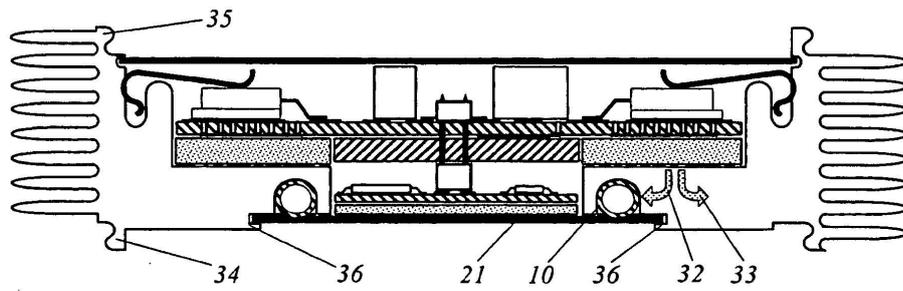


Fig 18

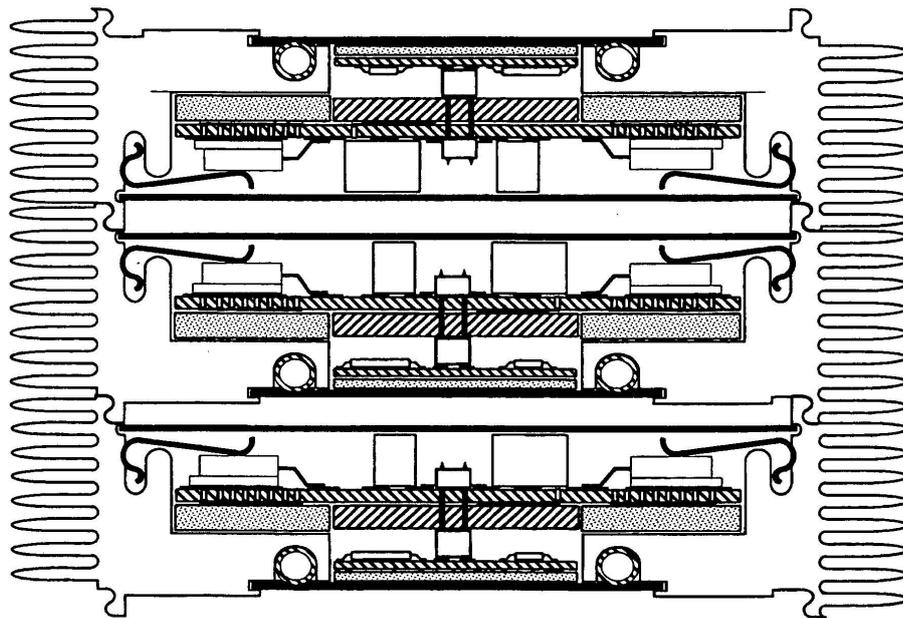


Fig 19

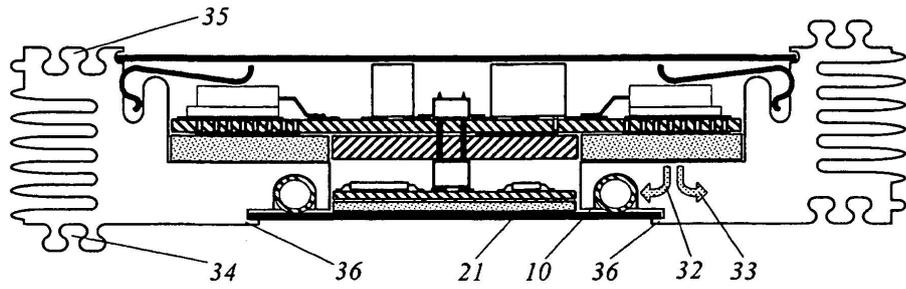


Fig 20

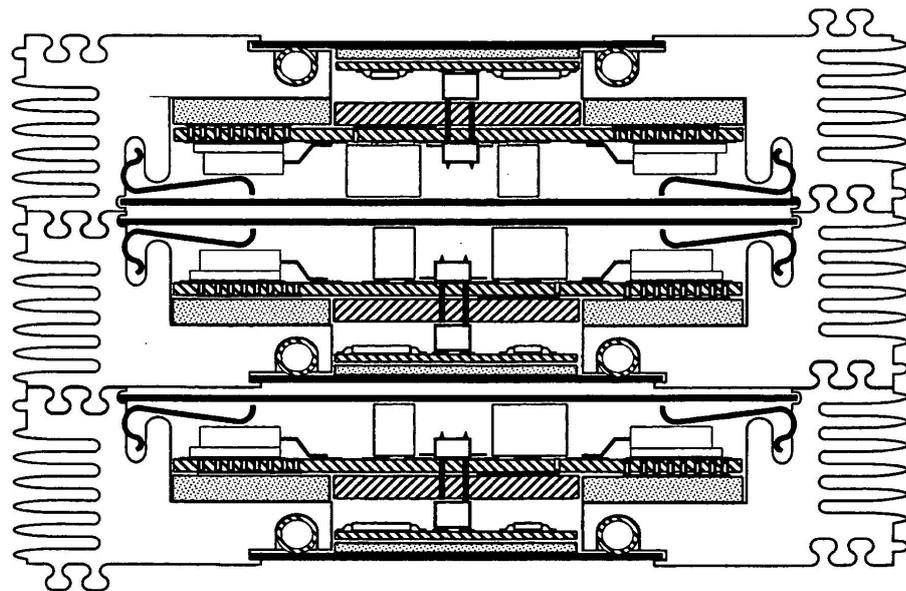


Fig 21