

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. November 2005 (10.11.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/106954 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 25/07**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/002708

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. März 2005 (14.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 018 471.2 16. April 2004 (16.04.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **EUPEC EUROPÄISCHE GESELLSCHAFT FÜR LEISTUNGSHALBLEITER MBH** [DE/DE]; Max-Planck-Strasse 5, 59581 Warstein (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAYERER, Reinhold** [DE/DE]; Viktoriastrasse 19, 59581 Warstein (DE).

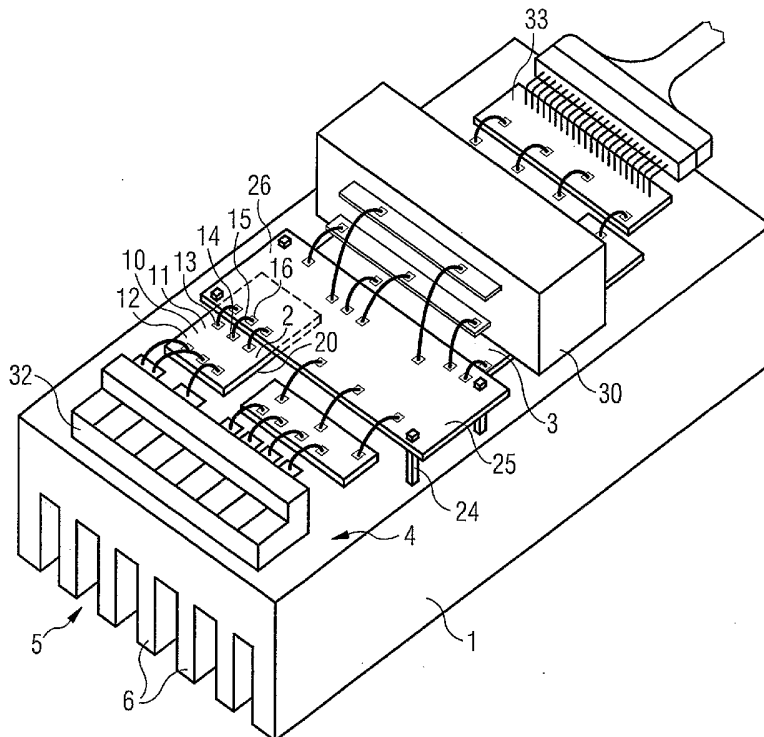
(74) Anwalt: **SCHMUCKERMAIER, Bernhard**; Westphal, Mussgnug & Partner, Mozarstrasse 8, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR CIRCUIT AND METHOD FOR PRODUCING A POWER SEMICONDUCTOR CIRCUIT

(54) Bezeichnung: LEISTUNGSHALBLEITERSCHALTUNG UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER LEISTUNGSHALBLEITERSCHALTUNG



(57) Abstract: The power semiconductor circuit comprises a power semiconductor module (2) provided in the form of a flat module. In order to utilize the design possibilities resulting therefrom and to provide a power semiconductor circuit that is characterized by having an automatable production and a particularly space-saving design. To this end, the flat module, with its substrate (11), is glued by means of a heat conducting adhesive (20) directly onto a heat conducting base plate (1) that acts as a cooling element (5).

(57) Zusammenfassung: Die Leistungshalbleiterschaltung umfasst ein Leistungshalbleitermodul (2), das als flache Baugruppe ausgebildet ist. Um die sich damit ergebenden Gestaltungsmöglichkeiten zu nutzen und eine Leistungshalbleiterschaltung anzugeben, die sich durch eine automatisierbare Herstellung und eine besonders raumsparende Bauform auszeichnet, ist vorgesehen, dass die flache Baugruppe mit ihrem Substrat (11) mittels Wärmeleitkleber (20) unmittelbar

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/106954 A2



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Leistungshalbleiterschaltung und Verfahren zum Herstellen einer Leistungshalbleiterschaltung

5

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Leistungshalbleitertechnik und betrifft eine Leistungshalbleiterschaltung, insbesondere für eine Umrichterschaltung, und ein Verfahren zu deren Herstellung.

10

Bei einer aus der EP 0 901 166 A1 bekannten Leistungshalbleiterschaltung ist ein Leistungshalbleitermodul in klassischer Technik aufgebaut, indem ein oder mehrere einzelne Leistungshalbleiterelemente, z.B. IGBTs, (nachfolgend auch Leistungshalbleiter genannt) über eine Lotschicht und eine Metallisierung mit der Oberseite eines Aluminiumnitrid-Substrats verbunden sind. Die Unterseite des Substrats ist mit einer Kühleinrichtung in Form eines Rippen-Kühlkörpers vergossen.

15

20 Ein neuer Trend der Modulgestaltung geht unter Verwendung von Laminierverfahren, wie sie beispielsweise in dem Aufsatz „A High Performance Polymer Thin Film Power Electronics Packaging Technologie“ von Ray Fillion et al. in Advancing Microelectronics September/October 2003 beschrieben sind, in Richtung flacher Modulgeometrien.

25

So kann beispielsweise zur Herstellung eines derartigen Moduls ein Substrat mit einem eine Kontaktfläche aufweisenden Bauelement bereitgestellt werden. Dabei wird eine induktionsarme Kontaktierung realisiert, indem die Kontaktfläche mit einer Anschlussfläche zusammengebracht wird, die auf einer relativ dünnen Folie ausgebildet ist. Das Zusammenbringen von

30

Kontaktfläche und Anschlussfläche erfolgt durch Auflaminieren der Folie unter isostatischem Druck in einer Vakuumpresse.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine
5 Leistungshalbleiterschaltung anzugeben, die sich durch eine automatisierbare Herstellung und eine besonders raumsparende Bauform auszeichnet.

Die Aufgabe wird durch eine Leistungshalbleiterschaltung ge-
10 mäß Anspruch 1 bzw. ein Verfahren zu dessen Herstellung gemäß Anspruch 10 gelöst.

Erfindungsgemäß ist eine Leistungshalbleiterschaltung mit ei-
nem Leistungshalbleitermodul vorgesehen, das als flache Bau-
15 gruppe ausgebildet ist, indem mindestens ein elektronisches Leistungs-Bauelement auf einem Substrat angeordnet und mit einer oberseitigen Kontaktfläche mit einer Anschlussfläche einer auflaminierten Folie kontaktiert ist, wobei das Sub-
strat unmittelbar an einer als Kühlelement fungierenden wär-
20 meleitenden Grundplatte befestigt ist. Als Befestigungsverfahren und -mittel kommen dabei Kleben, Crimpen, Einrasten mittels Rasthaken, Schrauben mittels Gewindeelementen etc. in Frage.

25 Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht also darin, die flache Bauform des vorbeschriebenen neuartigen Leistungshalbleitermoduls zur Realisierung einer besonders flach ausgebildeten Leistungshalbleiterschaltung zu nutzen. Damit wird eine Technik bereitgestellt, die in Abkehr von dem bisher üblichen
30 Aufbau und der üblichen Häusung von Leistungshalbleitermodulen eine besonders flache und kompakte Gestaltung erlaubt. Die Leistungshalbleitermodule bzw. die Leistungshalbleiterschaltung müssen nicht mehr in Gehäusen untergebracht oder

vergossen werden, da der erfindungsgemäße Aufbau eine Gestaltung mit passivierten Elementen ermöglicht.

Außerdem erlaubt die Erfindung, die einzelnen Komponenten der Leistungshalbleiterschaltung vollautomatisiert zu platzieren und zu montieren. Bevorzugt können dabei die Komponenten gegurtet zugeführt werden und die elektrischen Verbindungen untereinander durch Bonden und/oder Laserschweißen hergestellt werden. Die Grundplatte besteht bevorzugt aus einem Metall, z.B. Aluminium.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Substrat ein Keramiksubstrat ist und mit seiner keramischen Unterseite auf die Grundplatte geklebt ist. Dazu kann das Substrat und/oder dessen auf der Grundplatte vorgesehener Platzierungsbereich vorab mit Klebstoff bedruckt sein. Gegenüber konventioneller Montagetechnik muss das Substrat also unterseitig nicht vorbehandelt (z.B. metallisiert) sein.

Die Grundplatte kann als Luftkühlkörper oder als flüssigkeitsgekühlte Kühleinrichtung ausgestaltet sein. Damit ist nicht nur eine homogenisierte Wärmeverteilung, sondern auch eine effektive Wärmeabfuhr durch die Grundplatte gewährleistet.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass auf der Oberseite des Substrats eine hochstromleitende Metallisierung aufgebracht ist. Deren Schichtdicke ist je nach Anwendungsfall (Stromleitungsbedarf) gewählt und kann z.B. als Kupfer- oder Aluminiumschicht beispielsweise zwischen 50µm und 4 mm liegen.

Hinsichtlich des Verlustwärmemanagements ist es vorteilhaft, wenn bei einer Vielzahl von wärmeerzeugenden Bauteilen mehrere Leistungshalbleitermodule mit jeweils Verlustwärme entwickelnden Leistungshalbleitern auf der Oberseite der Grundplatte verteilt angeordnet sind.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen einer Leistungshalbleiterschaltung, bei dem

10 auf ein Substrat mindestens ein elektronisches Leistungsbau-
element mit einer oberseitigen Kontaktfläche aufgebracht
wird,

eine Folie mit einer Anschlussfläche zur Kontaktierung der
15 Kontaktfläche auflaminiert wird,

eine wärmeleitende Grundplatte mit dem Substrat bestückt
wird, indem das Substrat mit seiner Unterseite unmittelbar
mit der Grundplatte durch wärmeleitende Klebung verbunden
20 wird, und

weitere Schaltungen in Flachbauform und/oder Bauteile mit
bondbaren Anschlüssen auf der Grundplatte aufgeklebt und mit
auf der Folie ausgebildeten Anschlussflächen verbunden wer-
25 den.

Ein wesentlicher Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist
die Möglichkeit, dass alle Verfahrensschritte vollautomati-
siert durchgeführt werden können. Das oder die Leistungshalb-
30 leitermodul(e) hat/haben dazu z.B. bondbare Anschlussflächen,
mit denen sie untereinander und mit weiteren Flachbaugruppen,
wie z.B. einer Steuerschaltung, verbunden werden können. Die
Steuerschaltung kann bevorzugt auf einer Keramik z.B. als

Dickschichthybrid aufgebaut und auf der Grundplatte ebenfalls aufgeklebt sein. Zusätzlich können, z.B. bei einer Umrichterschaltung, auch diskrete Bauteile, wie z.B. Speicherkondensatoren, mit bondbaren Anschlussflächen versehen und auf der Grundplatte angeordnet sein. Diese und weitere Komponenten - wie. z.B. Anschlussklemmen oder Anschlussstecker zum externen elektrischen Anschluss - können bevorzugt in Trays, Gurten oder Schienen automatisch dem Montageprozess zugeführt und sämtlich durch Klebung mit der Grundplatte verbunden werden. Dadurch kann auf aufwendige Verbindungstechniken, wie z.B. Schraubverbindungen, verzichtet werden. Jedoch sind außer Klebeverbindungen jedoch auch Kleben, Crimpen, Einrasten mittels Rasthaken, Schrauben mittels Gewindeelementen etc. zum mittelbaren oder unmittelbarem, abstandslosem oder von der Grundplatte beabstandetem Befestigen von Platinen und/oder Baugruppen und/oder Anschlusselemente und/oder passive Bauelemente und/oder Kontaktierungselemente etc. in Frage.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Leistungshalbleiterschaltung in perspektivischer Ansicht und

Figur 2 die Leistungshalbleiterschaltung aus Figur 1 in Seitenansicht.

Die Figuren 1 und 2 zeigen eine Leistungshalbleiterschaltung, die auf einer Aluminium-Grundplatte 1 aufgebaut ist. Dabei sind mehrere Leistungshalbleitermodule z.B. 2, 3 auf der flachen Oberseite 4 der Grundplatte angeordnet. Die Grundplatte ist als Kühleinrichtung 5 ausgebildet, die als Luftkühler

Kühlrippen 6 aufweist. Die Grundplatte hat damit eine Doppelfunktion; sie ist Träger der Leistungshalbleiterschaltung und sorgt zugleich für eine sehr effektive Abfuhr der beim Betrieb entstehenden Verlustwärme.

5

Beispielhaft sei anhand des Moduls 2 dessen grundsätzlicher Aufbau beschrieben: Auf der Oberseite 10 eines Substrats 11, das aus Keramik besteht, ist ein elektronisches Leistungsbau-
10 element, z.B. ein IGBT, aufgelötet. Dazu ist auf dem Substrat eine hochstromleitende, strukturierte Metallisierung aufgebracht.

Über dem Bauelement ist eine Folie 12 der eingangs beschriebenen Art mit Leiterbahnen und Anschlussflächen auflaminiert,
15 die elektrische Verbindungen realisiert. Diese Verbindungen können auch einen elektrischen Kontakt zwischen einer auf der Oberseite des Bauelements vorgesehenen Anschlusskontaktfläche (Pad) und einer korrespondierenden Anschlussfläche auf der Folie umfassen, wie im einzelnen eingangs erläutert und in
20 der deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen 103 14 172.3 beschrieben. Die Folie 12 weist oberseitige Anschlussflächen 13, 14 auf, die über Bonddrähte (z.B. 15) mit korrespondierenden Anschlussflächen (z.B. 16) elektrisch verbunden sind. Dieses Modul zeichnet sich durch eine sehr flache
25 che und kompakte Bauform aus.

Das Substrat 11 ist seinerseits mittels gut wärmeleitendem Klebstoff 20 (z.B. Silikon) unmittelbar auf die Oberseite 4 der Grundplatte aufgeklebt. Insbesondere ist keine untersei-
30 tige Metallisierung des Substrats vorgesehen, so dass der Klebstoff bzw. die Klebung 20 die Werkstoffpaarung Keramik/Aluminium verbindet.

Um eine gleichmäßige Wärmeverteilung zu erreichen, sind die Leistungshalbleitermodule 2, 3 auf der Oberseite 4 verteilt angeordnet.

- 5 Über dem Modul 2 ist auf Pfosten 24 eine Platine 25 angeordnet, die eine Steuerschaltung 26 trägt und über Bonddrähte (z.B. 15, 29) mit dem Modul 2 und weiteren Komponenten verbunden ist. Eine beispielhaft dargestellte weitere Komponente ist ein Zwischenspeicher-Kondensator 30.

10

Um die Leistungshalbleiterschaltung mit externen Komponenten und/oder Steuerungen und/oder zu schaltenden Elementen zu verbinden, sind an beiden Stirnseiten der Grundplatte Anschlussleisten 32, 33 vorgesehen, die zur externen Verbindung
15 außenseitig z.B. Schraub- oder Steckverbindungen aufweisen. Auch diese Anschlussleisten sind in Oberflächenmontagetechnik montierbar, weisen bondbare Anschlussflächen auf und sind durch Klebungen 34, 35 (Figur 2) mit der Grundplatte verbunden.

20

- Zum Herstellen der Leistungshalbleiterschaltung wird wie vorstehend beschrieben zunächst auf das Substrat 11 mindestens ein elektronisches Leistungs-Bauelement mit einer oberseitigen Kontaktfläche aufgebracht und die Folie 12 mit einer Anschlussfläche zur Kontaktierung der Kontaktfläche auflami-
25 niert. Diese Einheit wird dann mit der Oberseite 4 der Grundplatte 1 verbunden, indem das Substrat mit seiner Unterseite unmittelbar mit der Grundplatte mittels wärmeleitendem Kleber verklebt wird. Außerdem werden weitere Komponenten und/oder
30 Schaltungen in Flachbauform mit bondbaren Anschlüssen auf die Grundplatte aufgeklebt. Auf dem Modul ausgebildete Anschlussflächen werden dann gemäß der zu realisierenden Schaltung mit

den weiteren Komponenten z.B. durch Kupferdraht-Bonden verbunden.

5 Damit ist eine insgesamt sehr kompakte Leistungshalbleiterschaltung, z.B. einer Umrichterschaltung, realisiert, die in ein relativ kleines (nicht dargestelltes) Gehäuse eingesetzt werden kann. Dort kann bedarfsweise eine Vergussmasse eingebracht werden. Aufgrund einer relativ leicht zu realisierenden Passivierung der Module kann unter elektrischen Aspekten
10 auf einen Verguss aber auch verzichtet werden.

Mit der erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterschaltung werden die sich durch den flachen Aufbau eines schichtartig aufgebauten Leistungshalbleitermoduls ergebenden Raumsparmöglichkeiten optimal ausgeschöpft. Ein wesentlicher Vorteil ist dabei schließlich noch, dass diese Leistungshalbleiterschaltung
15 bei der internen Verbindung und Montage ohne interne Verschraubungen und Wärmeleitpasten auskommen kann.

Bezugszeichenliste:

	1	Grundplatte
5	2	Leistungshalbleitermodul
	3	Leistungshalbleitermodul
	4	Oberseite
	5	Kühleinrichtung
	6	Kühlrippen
10	10	Oberseite
	11	Substrat
	12	Folie
	13	Anschlussfläche
	14	Anschlussfläche
15	15	Bonddraht
	16	Anschlussfläche
	20	Klebung
	24	Pfosten
	25	Platine
20	26	Steuerschaltung
	29	Bonddraht
	30	Zwischenspeicher-Kondensator
	32	Anschlussleiste
	33	Anschlussleiste
25	34	Klebung
	35	Klebung

Patentansprüche

1. Leistungshalbleiterschaltung

5 mit einem Leistungshalbleitermodul (2, 3), das als flache Baugruppe ausgebildet ist, indem mindestens ein elektronisches Leistungs-Bauelement auf einem Substrat (11) angeordnet und mit einer oberseitigen Kontaktfläche mit einer Anschlussfläche einer auflaminierten Folie (12) kontaktiert ist,

10

wobei das Substrat (11) unmittelbar an einer als Kühlelement (5) fungierenden wärmeleitenden Grundplatte (1) befestigt ist.

15 2. Leistungshalbleiterschaltung nach Anspruch 1, wobei das Substrat (11) ein Keramiksubstrat ist und mit seiner keramischen Unterseite auf die Grundplatte (1) geklebt ist.

3. Leistungshalbleiterschaltung nach Anspruch 1 oder 2, wobei
20 die Grundplatte (1) ein Luftkühlkörper (5) ist.

4. Leistungshalbleiterschaltung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Grundplatte flüssigkeitsgekühlt ist.

25 5. Leistungshalbleiterschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf der Oberseite (10) des Substrats (11) eine hochstromleitende Metallisierung aufgebracht ist.

6. Leistungshalbleiterschaltung nach einem der vorangehenden
30 Ansprüche, wobei mehrere Leistungshalbleitermodule (2, 3) mit jeweils Verlustwärme entwickelnden Leistungshalbleitern auf der Oberseite (4) der Grundplatte (1) verteilt angeordnet sind.

7. Leistungshalbleiterschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Substrat (11) mittels Wärmeleitkleber (20) unmittelbar auf die wärmeleitende Grundplatte (1) aufgeklebt ist.

8. Leistungshalbleiterschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Platinen (25) und/oder Baugruppen (26) und/oder Anschlusselemente (32) und/oder passive Bauelemente (30) und/oder Kontaktierungselemente (15, 29) auf der Oberseite (4) der Grundplatte (1) verteilt angeordnet sind.

9. Leistungshalbleiterschaltung nach Anspruch 8, wobei die Platinen (25) und/oder Baugruppen (26) und/oder Anschlusselemente (32) und/oder passive Bauelemente (30) und/oder Kontaktierungselemente (15, 29) mittelbar oder unmittelbar an der Grundplatte befestigt sind.

10. Verfahren zum Herstellen einer Leistungshalbleiterschaltung, bei dem

auf ein Substrat (11) mindestens ein elektronisches Leistungs-Bauelement mit einer oberseitigen Kontaktfläche aufgebracht wird,

eine Folie (12) mit einer Anschlussfläche zur Kontaktierung der Kontaktfläche auflaminiert wird,

eine wärmeleitende Grundplatte (1) mit dem Substrat (11) bestückt wird, indem das Substrat (11) mit seiner Unterseite unmittelbar mit der Grundplatte (1) durch wärmeleitende Klebung (20) verbunden wird, und

weitere Schaltungen (26) in Flachbauform und/oder Bauteile (30) mit bondbaren Anschlüssen auf der Grundplatte (1) aufgeklebt werden und mit auf der Folie (12) ausgebildeten Anschlussflächen (13, 14) verbunden werden.

1/1

FIG 1

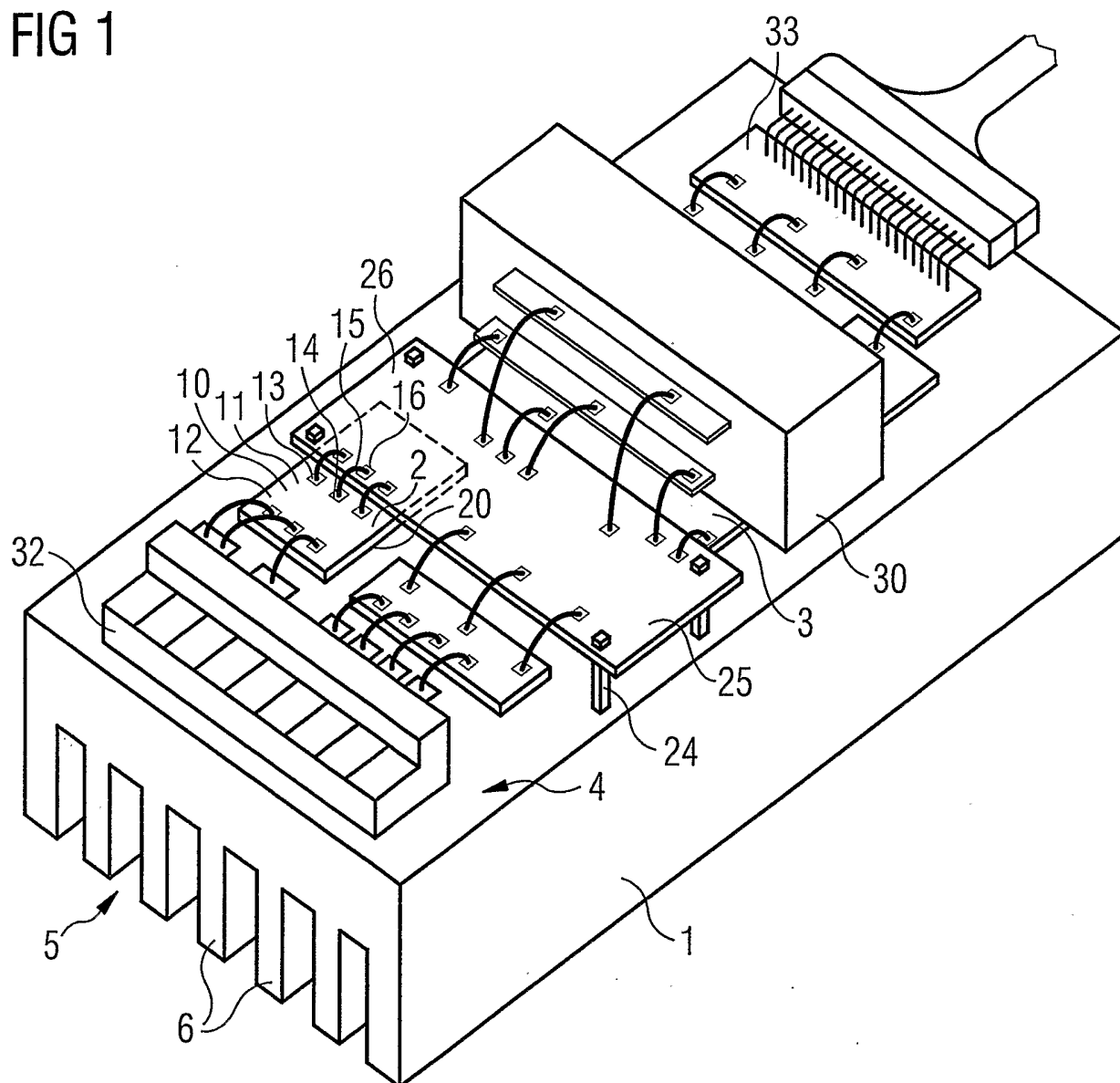


FIG 2

