

(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
18. Mai 2012 (18.05.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/062274 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2011/001905
- (22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2011 (28.10.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 050 315.0
5. November 2010 (05.11.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DANFOSS SILICON POWER GMBH** [DE/DE]; Heinrich-Hertz-Strasse 2, 24837 Schleswig (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EISELE, Ronald** [DE/DE]; Faulstr. 21, 24229 Surendorf (DE).
- (74) Anwalt: **BIEHL, Christian**; Patentanwaltskanzlei Biehl, Schlieffenallee 5, 24105 Kiel (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE AND METHOD FOR PRODUCING A SINTERED POWER SEMICONDUCTOR MODULE HAVING A TEMPERATURE SENSOR

(54) Bezeichnung : LEISTUNGSHALBLEITERMODUL UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GESINTERTEN LEISTUNGSHALBLEITERMODULS MIT TEMPERATURFÜHLER

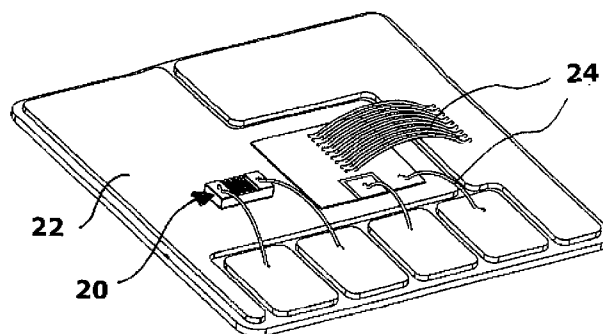


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing electrical components that can be sintered, for jointly sintering with active components, wherein the components having a planar shape are provided with at least one flat lower face intended to be sintered, and an electrical contact area on the surface opposite the sintering surface is present in the form of a metal contact surface, which can be contacted at the top face by a common method from the following group: wire bonding or soldering or sintering or pressure contacting, wherein the component is a temperature sensor, on the lower face of which a metallization that can be sintered is provided on a ceramic body and on the ceramic body of which two electrical contact surfaces are provided for continuative electrical connection.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/062274 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zur Herstellung von sinterfähigen, elektrischen Bauelementen zum gemeinsamen Sintern mit aktiven Bauelementen bei dem die Bauelemente in einer planaren Form mit wenigstens einer zum Sintern bestimmte planen Unterseite versehen sind, und ein elektrischer Kontaktbereich auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche in Form einer metallischen Kontaktfläche vorhanden ist, die oberseitig durch ein gängiges Verfahren aus der Gruppe: Drahtbonden oder Löten oder Sintern oder Druckkontaktieren kontaktierbar ist, wobei das Bauelement ein Temperaturfühler ist, an dessen Unterseite eine sinterfähige Metallisierung an einem Keramikkörper vorgesehen ist, und auf dessen Keramikkörper zwei elektrische Kontaktflächen für weiterführende elektrische Anbindung vorgesehen sind.

5 **Leistungshalbleitermodul und Verfahren zur Herstellung
eines gesinterten Leistungshalbleitermoduls mit Temperaturfühler**

10 Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleitermodul, das aus einer gemeinsamen
Anordnung von sinterfähigen Bauelementen zum Beispiel Halbleitern, Temperatur-
Fühlern, Vorwiderständen für einen Chip, Widerstands und Kapazitätsgliedern,
Shunt-Widerständen insbesondere auf vorhandenen Leistungsleiterbahnen nach dem
Oberbegriff des Hauptanspruches besteht und ein Verfahren zur Herstellung eines
15 gesinterten solchen Moduls mit Temperaturfühler. Ziel ist es ein Verfahren zur Her-
stellung eines gesinterten Leistungshalbleitermoduls durch gemeinsames Sintern
von einem passiven Bauelement mit einem aktiven Bauelement zu erhalten.

20 Insbesondere für automobiler Anwendungen werden Leistungsleiter gesucht, die die
hohen Ströme, die beispielsweise beim Anlassen eines Motors fließen, sicher auf
möglichst kleinem Raum schalten können. Bisher werden dazu Leistungsschalter
benutzt, die einer Basisplatte oder einer Wärmesenke über ein zwischengesetztes
Substrat befestigt sind. Interne Verbindungen werden mit so genannten Bonddrähten
realisiert. Ein Plastikgehäuse beherbergt Verbindungen, mit denen das Modul mit
25 außerhalb liegenden Leitungen in Verbindung tritt.

Im Stand der Technik bestehen Leistungsmodule zudem in der Regel aus mindestens
einem Halbleiter (Transistor, Diode oder vergleichbare Elemente). Für langlebige
und temperaturbeanspruchte Baugruppen werden der/die Leistungshalbeiter vor-
zugsweise durch Sintern von Silberschichten auf ein Substrat gefügt. Eine solche
30 Niedertemperaturverbindung ist in der DE 10 2008 035 93 A1 als Alternative er-
wähnt.

Das Substrat kann hierbei als ein metallischen Stanzgitter mit partieller Kunststoff-
umhüllung oder als eine keramische Leiterplatte mit ein- oder zweiseitigen Metall-
35 belägen für den Strom- und den Wärmetransport ausgeführt werden. Für die erforderliche Funktion der Leistungsbaugruppe sind weitere, passive Bauelemente wie

Temperaturfühler, Chipvorwiderstände, Widerstands- und/oder Kapazität-Glieder und/oder Shunt-Widerstände zur Strommessung erforderlich.

Typischerweise werden diese Bauelemente in Bauformen aus traditionellen Fertigungstechniken (Kleben, Löten) eingesetzt. Vorherrschende Bauformen sind hierbei die oberflächenmontierten SMD-Komponenten (surface mounted devices), die sowohl auf das Substrat geklebt, als auch gelötet sein können.

Nachteile des Standes der Technik

Die Geometrien dieser passiven Bauelemente sind diesen Fertigungstechniken angepasst und benutzen vorzugweise die Meniskusbildung des Fügeklebstoff (Leitkleber) oder des Weichlotes zur elektrischen Kontaktbildung und mechanischen Fixierung. Dabei sind die Bauelemente üblicherweise zylindrisch, zumindest aber mit Hinterschneidungen versehen, die beim Pressvorgang des Sinterns zur Beschädigung oder Zerstörung führen können. Die Kontakte der SMD-Bauelemente sind andererseits im Allgemeinen Metallisierungen an den beiden Endkappen, jeweils umlaufend. Eine thermisch kontaktierende und gleichzeitig potentialfreie Montage ist nicht möglich.

Darüber hinaus ist bei den leistungselektronischen Substraten eine relativ dicke Leiterbahnschicht vorhanden, die bei üblichen SMD-Bauelementen durch einen (Ätz-) Graben von dem aktiven Bauelement getrennt werden. Die Gräben der Leistungsleiterbahnen besitzen typischerweise eine Breite von ca. 60µm bis 1000µm und teilweise auch darüber.

Bei der Herstellung von Ätzgräben in entsteht meist eine Grabenbreite in der Mindestdimension der Grabentiefe. Bei keramischen Leiterplatten vom Typ DCB (direct copper bonded) entsteht beim Strukturierungsprozess des Leiterbahnkupfers z.B. der Dicke 380µm auch eine Grabenbreite von mindestens 380µm bis 600µm.

Als Substrate kommen grundsätzlich alle üblichen Leiterplatten in Frage: Keramik-kernleiterplatten (DCB), Metallkernleiterplatten (IMS, insulated metall substrate), organische Schaltungsträger (z.B. Epoxydharzkern- oder Polyimidkern-Leiterplatten).

Diese Grabenbreite ist jedoch für eine sichere Überbrückung durch SMD-Komponenten und Drucksintertechnik nicht geeignet. Es entstehen die folgenden Nachteile und Prozessinkompatibilitäten:

- 5 – Die umlaufenden Endkappenmetallisierungen der klassischen SMD-Komponenten erfordern eigene Inselkontaktflächen innerhalb der Flächen der Leistungsleiterbahnen. Dies mindert den erforderlichen Stromtragquerschnitt und die Wärmespreizfähigkeit, da der Wärmestrom am Ätzgraben aufgehalten wird. Es wird zusätzliche, kostenintensive Substratfläche benötigt.
- 10 – Die Grabenbreite ist technologisch bedingt relativ groß und der Sinterdruck zerbricht die überbrückenden Bauelemente.
- 15 – Bei Temperaturfühlern klassischer Bauart stellt die erforderliche Inselbildung der gut leitenden Leiterbahnschicht im Leiterbahnlayers eine zusätzliche thermische Isolierung dar und vermindert unzulässig die Ansprechgeschwindigkeit und den angestrebten Parallellauf der gemessenen Temperatur mit der Transistortemperatur.
- 20 – Montiert man die Leistungshalbleiter einerseits durch Sintern und die passiven Temperaturfühler durch einen zweiten Schritt mittels Löten oder Kleben entstehen mindestens doppelte Fertigungs- und Qualitätskosten. Im Falle des Lötens der passiven Temperaturfühler wird noch ein Fertigungsschritt ‚Flüssigreinigen‘ erforderlich, der beträchtlich Energie erfordert und die Ökologie belastet.
- 25 –

30

Verbesserung des Standes der Technik

Zur Überwindung der beschriebenen Nachteile wird im Hauptanspruch ein Verfahren beschrieben, bei dem mindestens ein Leistungshalbleiter mit mindestens einem

Temperaturfühler auf einem Substrat durch Sintertechnik montiert werden. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen wieder.

Insbesondere wird vorgeschlagen, direkt auf dem Halbleiter einen Temperaturfühler, z.B. einen mit einem temperaturempfindlichen Platinmetallwiderstand zu platzieren.

Halbleiterleistungsmodule besitzen ja den Temperaturfühler, damit während des Betriebes das rechtzeitige Erreichen einer Grenztemperatur erkannt werden kann.

Bei Erreichen einer solchen Grenztemperatur (z.B. 180°C) ist der in Betrieb befindliche Halbleiter akut von Überhitzung bedroht und kann seine Funktion verlieren. In einem solchen Fall wird in der Regel der gesteuerte Strom durch den Halbleiter verringert, damit die thermische Zerstörung vermieden wird.

Bei der korrekten Bestimmung der Grenztemperatur durch den Temperaturfühler kommt es daher auf drei Randbedingungen an:

1. Der Temperaturfühler muss in größtmöglicher Nähe zum Halbleiter montiert werden und
2. mit bestmöglichem thermischen Kontakt (=geringstmöglichem thermischen Widerstand) montiert werden (Vermeidung von schlechtleitenden Klebern und elektrisch-thermischen Leiterbahninseln) und
3. dass die Temperaturfühler-Messspannung potentialfrei von den Arbeitspotentialen der Halbleiter ist.

Daher wird vorgeschlagen, den Temperaturfühler auf die folgende Weise zu montieren:

- direkt auf den Halbleiter (=größtmögliche Nähe, zum Beispiel auf dem Emitterkontakt eines Leistungstransistors),
- mit hochleitfähigen Verbindungsmaterialien (Sintersilber), und
- eine Keramikschicht oder Keramikscheibe trägt den Temperaturfühler (z.B. Pt1000) und seine beiden Kontaktflächen elektrisch isoliert gegenüber dem elektrischen Potential der Halbleiterkontaktfläche.

Auf diese Weise ist sichergestellt, dass schnellstmöglich eine Temperaturveränderung des Halbleiters über den thermischen Pfad der Silbersinterverbindung und Ke-

ramikisolation zum temperaturempfindlichen Platinmetallwiderstand des Temperaturfühlers gelangt. Dieses rasche Ansprechverhalten des Temperaturfühlers ermöglicht eine deutlich wirksamere Schutzreaktion der Steuerschaltung auf eine Über-
temperatursituation, als wenn der Temperaturfühler in der Umgebung des Halbleiters platziert ist.

Keramiken bieten unter den bekannten elektrischen Isolierstoffen die beste Wärmeleitfähigkeit. So besitzt z. B. Aluminumoxid (Al_2O_3) eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 36-39 W/mK und Aluminumnitrid (AlN) sogar eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 180-220 W/mK. Damit sind diese Isolierstoffe nicht nur als Keramik hochspannungsfest, sondern auch vielfach wärmeleitfähiger als organische Träger und damit vorzugsweise als Träger des Pt-Widerstandes mit Sinterschicht einzusetzen.

Andere planare Bauelemente, bei denen mindestens die zum Sintern bestimmte Unterseite plan (eben) ist, mindestens teilweise metallisiert (Typischerweise NiAu, NiPdAu, AgPd, AuPd oder Ag) ist und mittels einer Sinterschicht (z.B. poröses Silber) mit der Leiterbahnfläche leitend verbunden wird, können auf die gleiche Weise angeordnet werden. Dabei ist schon jetzt möglich, nur einen elektrischen Funktionskontakt auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche als metallische Kontaktfläche herauszuführen. Der stets erforderliche zweite elektrische Funktionskontakt ist dann durch die sinterfähige Unterseite (oder einen Teil der Unterseite) des Bauelementes zum Leiterbahnsubstrat hergestellt. Die oberseitige Kontaktierung erfolgt hierbei beispielsweise durch Drahtbonden oder Löten oder Sintern oder Druckkontaktieren.

Es können sogar Vielfache von Widerständen durch Stapeln der quaderförmigen Bauelemente erreicht werden. So kann man z.B. aus einem 10 Ohm Chip-Vorwiderstand ohne Vergrößerung der Typenvielfalt einen größeren, im einfachsten Fall den doppelten Widerstand erzeugen. Dabei kann das Stapeln dimensionsmäßig kleiner Widerstände auf dimensionsmäßig größeren Widerständen erfolgen, so dass eine Art Stufenpyramide entsteht. Diese Stufenanordnung ist vorteilhaft beim Aufsetzen der Halbleiter und der Applikation von unterstützendem Druck beim Sintern. Unterschiedliche elektrische Widerstandsgrößen würden auch die Kombination unterschiedlicher Widerstandswerte gestatten. Ein 5 Ohm Widerstand auf einem 10 Ohm-Widerstand ergibt einen Serienwiderstand von 15 Ohm. Die mechanisch, elektrische Verbindung wäre dann wieder durch den Sinterprozess herstellbar.

Erfindungsgemäß wird aber dadurch, dass beide elektrischen Funktionskontakte potentialfrei gegenüber der Sinterfläche gehalten werden und auf der Oberseite des Bauelementes platziert sind (dies ist die der Sinterfläche gegenüberliegende Seite),
5 eine elektrische Kontaktierung erfolgen können, die wiederum durch wahlweise Drahtbonden, Löten, Sintern oder Druckkontaktieren oder Ultraschallschweißen realisiert wird. Für den Fall, dass ein wesentlicher Teil der Oberseite von Leiterbahnen zur Temperaturmessung eingenommen wird, kommt die Kontaktierung auch über seitlich am Rand der Oberseite vorgesehene Kontakte in Frage.

10 Diese Anordnung besteht aus den beiden obenliegenden Funktionskontakten und der Funktionsfläche zwischen den Kontakten und einem elektrisch isolierenden Trägermaterial (Keramik, Einkristalle wie Saphir oder Silizium). Es ergibt z.B. folgender Schichten Aufbau von oben nach unten eines Widerstandes des Quaders:

- 15
- a. Kontaktfläche zum Bonden,
 - b. Widerstandsfunktionsfläche
 - c. Keramischer Isolierkörper
 - d. Metallisierte Kontaktfläche zum Sintern

20 Auf diese Weise entsteht ein elektrisches Bauelement mit Anschlußflächen für die Kontaktierung und einer davon isolierten Metallisierung zum Sintern auf potentialtragenden Flächen (Leiterbahnen auf Substraten).

25 Als Substrate kommen grundsätzlich alle üblichen Leiterplatten in Frage: Keramik-kernleiterplatten (DCB), Metallkernleiterplatten (IMS), organische Schaltungsträger (z.B. Epoxydharzkern- oder Polyimidkern-Leiterplatten).

30 Die passiven Bauelemente besitzen resistive, kapazitive, induktive oder Temperatur-resistive Eigenschaften. Diese können in speziellen Schichten oder Schichtenfolgen auf isolierenden Trägermaterialien (z.B. metallische Schichten zur Widerstandsbildung (Ni, Pt) oder als Funktion in einem Volumen (z.B. oxidmetallische Körper mit thermo-resistiven Eigenschaften, Thermistor, NTC, PTC oder resistiver Platin-Metallwiderstand) realisiert werden. Für eine Eignung als sinterbares, passives Bauelement muss daher die geometrische Gestaltung als potentialfreie Anordnung (bei-
35 de Funktionskontakte oben) ausgeführt werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus bevorzugten Ausführungsbeispielen in anhand der beigefügten Zeichnung. Dabei zeigt:

Figur 1 beispielhaft die Ausführung eines sinterbaren Temperaturfühlers,

Figur 2 eine komplette, gesinterte Baugruppe, bei der Temperaturfühler und aktives Bauelement auf der selben leitenden Kupferschicht angeordnet sind, ohne dass zwischen ihnen ein Graben verläuft,

Figur 3a eine allgemeine Ausführung, bei der nur ein elektrischer Funktionskontakt auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche als metallische Kontaktfläche herausgeführt ist,

Figur 3b ein Beispiel der Option des Stapeln von Widerständen zum Erreichen eines Vielfachen des Grundwiderstandes, und

Figur 4 eine Ausführung nach der Erfindung, bei dem sich ein doppeltes Bondpad auf der Oberseite befindet.

Praktisches Beispiel der Erfindung

Bei Temperaturfühlern kann die Platzierung derartiger Bauelemente auf dem Substrat hierbei nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Zur bestmöglichen Temperaturmessung der Sperrschichttemperatur mit einem externen Fühler sollte der kürzest mögliche Wärmepfad zwischen Halbleiter und Temperaturfühler gefunden werden:

Es kann eine Platzierung in unmittelbarer Nachbarschaft eines der mehrerer Halbleiter direkt auf die stromführende Leiterbahn gesintert werden. Dies gelingt insbesondere mit dem komplett potentialfreien Temperaturfühler mit beiden Kontakten auf der Oberseite des Bauelementes. Dabei kann der Temperaturfühler z.B. vom Typ Pt-Fühler (z.B. Pt-100,) bestehend aus einem Keramiksubstrat mit sinterfähiger Metallisierung unten, einer Platin-Funktionsschicht und zwei Kontaktflächen oben.

Es kann auch ein Temperaturfühler vom Typ Thermistor (NTC) gewählt werden, mit sinterfähiger Metallisierung unten, einer z.B. keramischen Isolationsschicht, ge-

folgt von einem Funktionsvolumen und zwei Kontaktflächen oben. Ein Thermistor oder NTC ist ein stark nicht-linearer Temperatursensor bestehend aus mit der Temperatur veränderlichen Widerstand-Oxiden. Dieser wird derzeit aber nicht isolierend auf einer Keramik geliefert. Dennoch soll auch diese Variante eines Thermistors im
5 Schutzbereich der beigefügten Ansprüche liegen.

Von diesem zu unterscheiden ist ein Temperaturfühler mit einem temperaturempfindlichen Platinmetallwiderstand, der auf einer isolierenden Keramik mit seinen beiden Kontaktflächen ausgeführt ist, z.B. ein Pt-100 oder Pt-1000, d.h. ein resisti-
10 ver Platin-Metallwiderstand mit großer Linearität und einem Widerstand von 100 Ohm bzw. 1000 Ohm bei 0°C. Schließlich sind Thermoelemente bekannt, die als Temperaturfühler speziell nach dem Seebeck-Effekt arbeiten (englisch: thermocouple). Diese sind bisher ebenfalls nicht mit isolierender Keramikschicht lieferbar.

15 Alternativ kann eine Platzierung des Temperaturfühlers auf dem Halbleiter erfolgen. Damit ist ein sehr kurzer thermischer Pfad zwischen Sperrschicht des Halbleiters und Temperaturfühler gewährleistet. Diese sehr enge thermische Anbindung hat Vorteile für die schnelle Detektion von thermischen Überlasten.

20 In der Figur 1 ist beispielhaft die Ausführung eines sinterbaren Temperaturfühlers vom Typ Pt-1000 dargestellt. Es handelt sich wie oben erläutert um eine potentialfreie Ausführung mit beiden elektrischen Funktionskontakten nach oben. Die Schichten und ihre Materialien von unten nach oben: Sinterbare Metallisierung 10 (Typischerweise NiAu, NiPdAu, AgPd, AuPd oder Ag aufgebracht mittels chemischer oder physikalischer Methoden), isolierender Keramikkörper 12 (z.B. Al_2O_3),
25 oben in der Mitte Leiterbahnen 14 aus Pt oder alternativ Ni und zwei Kontaktfelder 16, 18 seitlich für weiterführende elektrische Anbindung (z.B. Drahtbonden) aus z.B. AgPd oder AuPd.

30 In Figur 2 ist beispielhaft eine komplette, gesinterte Baugruppe dargestellt, bestehend aus einem DCB-Substrat, einem Transistor und einem Temperaturfühler 20 (wie in Figur 1) beschrieben. Die Baugruppe besitzt bereits eine Kontaktverdrahtung durch Bonddrähte 24, die allerdings erst nach dem Sintern erzeugt wird. Der Temperaturfühler 20 in Fig. 2 ist potentialfrei auf die stromführende Leiterbahn 22 gesintert und besitzt auf diese Weise einen sehr guten thermischen Kontakt durch das Silbersintern und gleichzeitig eine hohe elektrische Isolation durch den nicht-leitenden
35

Keramikkörper **12**. Die durch zusätzlichen Flächenbedarf und hohen thermischen Widerstand nachteilige Erzeugung von Leiterbahninseln für den Temperaturfühler entfällt.

In Figur 3a ist eine allgemeine Ausführung eines sinterbaren passiven Bauelementes gezeigt. Es handelt sich um die Lösung nach Fall 1 in potentialbehafteter Ausführung mit den elektrischen Kontakten **10**, **32** jeweils unten und oben, die mindestens einen Teil der Oberfläche einnehmen. Der Körper **30** in der Mitte beschreibt das Funktionsvolumen beispielsweise mit den passiven elektrischen Funktionen:

- Elektrischer Widerstand
- Thermisch empfindlicher Widerstand (Temperaturfühler als NTC, PTC, Ptxx, Nixx)
- Elektrischer Widerstand zur Strommessung mit thermisch unempfindlicher Metalllegierung (z.B. Shunt aus einer Kupfer-Mangan-Nickel-Legierung)
- Elektrische Kapazität
- Induktivität

Die Schichten und ihre Materialien von unten nach oben: Sinterbare Metallisierung **10** (Typischerweise NiAu, NiPdAu, AgPd, AuPd oder Ag aufgebracht mittels chemischer oder physikalischer Methoden), Funktionskörper **30**, oben ein Kontaktfeld **32**, das ganz oder teilweise die Oberseite bedeckt und die für weiterführende elektrische Anbindung (z.B. Drahtbonden) gedacht ist, bestehend aus z.B. AgPd oder AuPd.

In Figur 3b ist die Option der stapelbaren Widerstände zur Erreichung von Vielfachen des Grundwiderstandes dargestellt. Der praktische Nutzen wäre bei kleinen Produktionsstückzahlen die einfache Verfügbarkeit von z.B. Chip-Vorwiderständen in gestuften Größen. Derartige Chipvorwiderstände werden z.B. genutzt, um durch die Größe des Widerstandswertes die Schaltgeschwindigkeit von MOSFET-Transistoren zu beeinflussen. Daher ist eine sich derart ergebende Skalierungsmöglichkeit ein Vorteil dieser Technik und dieses Aufbaus.

In Figur 4 wird eine Lösung mit dem doppelten Bondpad auf der Oberseite gezeigt. Die Schichten und ihre Materialien von unten nach oben: Sinterbare Metallisierung **10** (Typischerweise NiAu, NiPdAu, AgPd, AuPd oder Ag aufgebracht mittels che-

mischer oder physikalischer Methoden), Funktionskörper **30**, oben zwei Kontaktfelder **16**, **18**, die durch die Oberfläche des Kontaktkörpers getrennt, teilweise die Oberseite bedecken und die für die weiterführende elektrische Anbindung (z.B. Drahtbonden) gedacht ist, bestehend aus z.B. AgPd oder AuPd.

5

Eine weitere Ausführung der Erfindung kann die Zusammenfassung mehrerer sinterfähiger Bauelemente zunächst auf einem gemeinsamen Trägersubstrat (z.B. aus Keramik) sein. In diesem Falle bilden mehrere Bauelemente eine gemeinsame elektrische Funktion, z.B. ein R-C-Glied für eine Begrenzerfunktion von Spannungsspitzen. Die Bauelemente auf der Oberseite des Trägersubstrats sind dann durch Leiterbahnen verbunden. Das Trägersubstrat weist auf der Oberseite zusätzlich metallisierte Flächen zum Bonden und Löten auf, z.B. nach Art einer keramischen Hybrid-schaltung.

10

Das Trägersubstrat ist dann seinerseits auf der Unterseite sinterfähig metallisiert und wird als Ganzes mit den darauf befindlichen, verschalteten Bauelementen auf das Substrat der Leistungsbaugruppe gesintert. Eine solche Baugruppe ist durch die Wahl einer Sinterverbindung auch hochtemperaturtauglich.

15

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Herstellung eines gesinterten Leistungshalbleitermoduls mit einem sinterfähigen Temperaturfühler (20), mit den Schritten :

10 Ausbilden des Temperaturfühlers (20) in einer planaren Form, mit wenigstens einer zum Sintern bestimmten planen Unterseite, und

 Ausbilden eines elektrischen Kontaktbereichs auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche, die oberseitig durch ein gängiges Verfahren aus der Gruppe : Drahtbonden oder Löten oder Sintern oder Druckkontaktieren oder Ultraschall-Schweißen kontaktierbar sind,

15

dadurch gekennzeichnet, dass

 an der Unterseite des Temperaturfühlers (20) eine sinterfähige Metallisierung (10) an einem Keramikkörper (12) aufgebracht ist, und auf dem Keramikkörper (12) in der Mitte Leiterbahnen (14) aus Pt oder Ni und zwei oberseitige Kontaktflächen (16, 18) seitlich als elektrische Kontaktbereiche ausgebildet werden.

20

- 25 2. Verfahren zur Herstellung eines gesinterten Leistungshalbleitermoduls mit einem sinterfähigen Temperaturfühler, mit den Schritten :

 Ausbilden des Temperaturfühlers (20) in einer planaren Form, mit wenigstens einer zum Sintern bestimmten planen Unterseite, und

30 Ausbilden eines elektrischen Kontaktbereichs auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche, die oberseitig durch ein gängiges Verfahren aus der Gruppe : Drahtbonden oder Löten oder Sintern oder Druckkontaktieren oder Ultraschall-Schweißen kontaktierbar sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Temperaturfühler (20) an seiner Unterseite eine sinterfähige Metallisierung auf einer keramischen Isolationsschicht erhält, und

auf seinem Funktionsvolumen zwei elektrische Kontaktflächen (16, 18) potentialfrei gegenüber der Sinterfläche auf der Oberseite vorgesehen werden und

elektrische Kontaktierung beider Kontaktflächen nach dem Sintern durch wahlweise Drahtbonden, Löten, Sintern oder Druckkontaktieren oder Ultraschall-Schweißen von der Oberseite der Kontakte erfolgt.

3. Verfahren zur Herstellung nach einem der vorangehenden Anspruch 1, gekennzeichnet durch

- Platzieren zweier elektrischer Kontaktflächen (16, 18) potentialfrei gehalten gegenüber der Sinterfläche auf der Oberseite des Bauelementes und
- elektrische Kontaktierung durch wahlweise Drahtbonden, Löten, Sintern oder Druckkontaktieren von der Oberseite der Kontakte.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine Leiterbahn (22) gesintert wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Oberfläche des aktiven Bauelementes gesintert wird.

6. Leistungshalbleitermodul mit einem sinterfähigen Temperaturfühler, der in planarer Form mit wenigstens einer zum Sintern bestimmten planen Unterseite einen elektrischen Kontaktbereich auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

an der Unterseite des Temperaturfühlers (20) eine sinterfähige Metallisierung (10) an einem isolierenden Keramikkörper (12) aufgebracht ist, und auf dem Keramikkörper (12) an der Oberseite Leiterbahnen (14) aus Pt oder Ni und zwei oberseitige Kontaktflächen (16, 18) als elektrische Kontaktbereiche ausgebildet sind.

7. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen auf das aktive Bauteil aufgesinterten Temperaturfühler (20).

8. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch einen eine von den Arbeitsspannungen potentialfreie Messspannung erzeugenden, elektrisch gegenüber den Potentialen des Leistungsmoduls isolierten Temperaturfühler (20).

9. Leistungshalbleitermodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen auf die das aktive Bauteil haltenden Leiterschicht aufgesinterten Temperaturfühler (20).

10. Leistungshalbleitermodul mit einem sinterfähigen Temperaturfühler, der in planarer Form mit wenigstens einer zum Sintern bestimmten planen Unterseite einen elektrischen Kontaktbereich auf der der Sinterfläche gegenüberliegenden Fläche aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Temperaturfühler (20) mit gut leitenden Sintersilber aufgesintert, an seiner Unterseite eine sinterfähige Metallisierung auf einer keramischen Isolationschicht aufweist, und auf seinem Funktionsvolumen zwei elektrische Kontaktflächen (16, 18) potentialfrei gegenüber der unteren Sinterfläche auf seiner Oberseite aufweist und mittels elektrischer Kontaktierung beider Kontaktflächen nach dem Sintern potentialfreie Messspannung liefert.

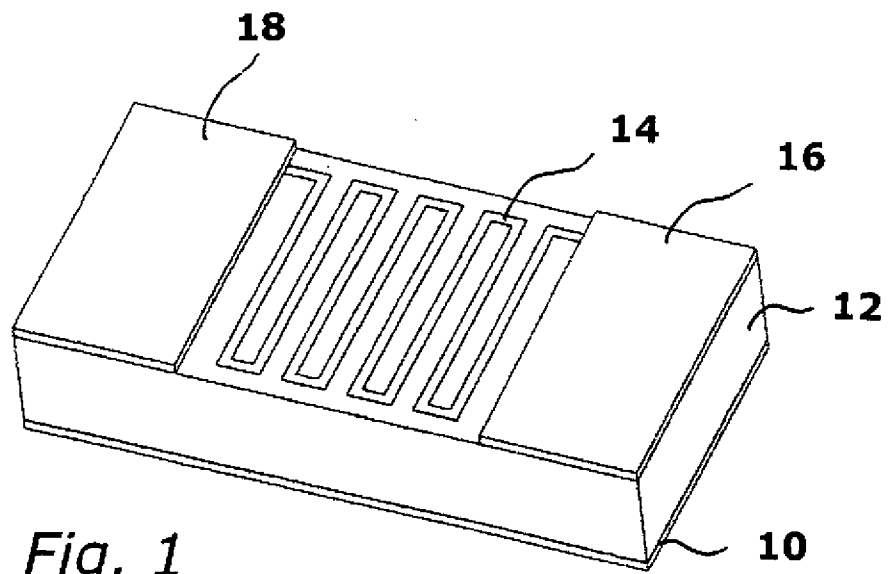


Fig. 1

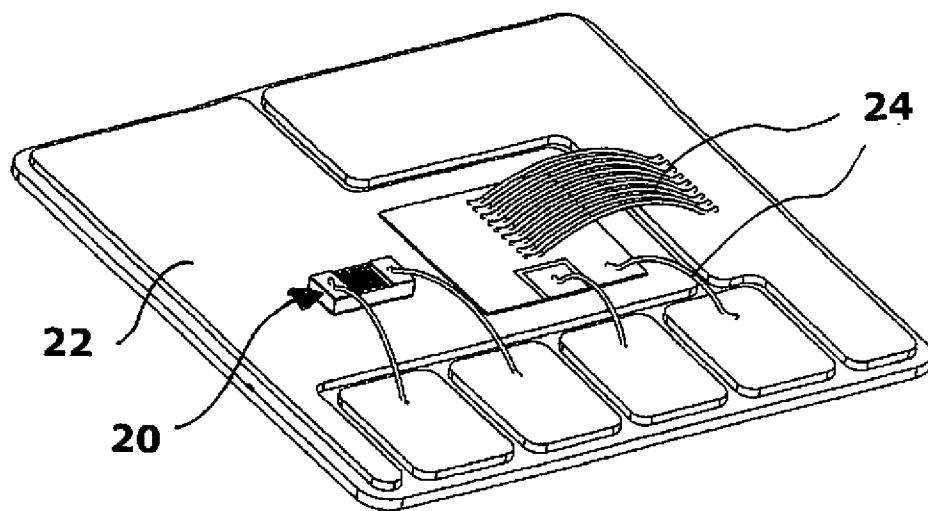


Fig. 2

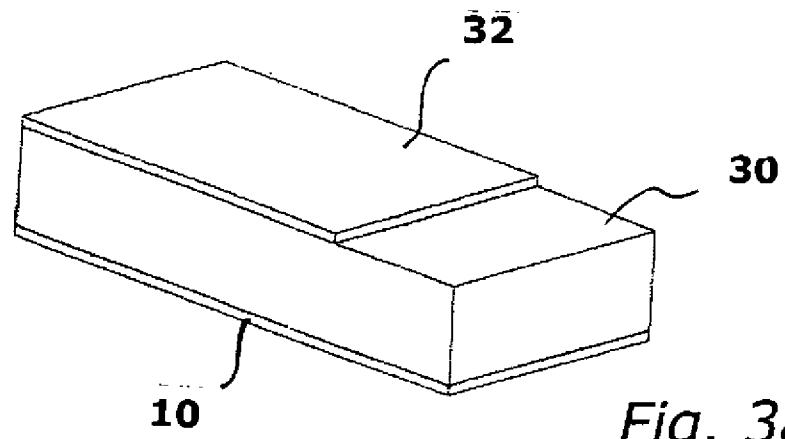


Fig. 3a

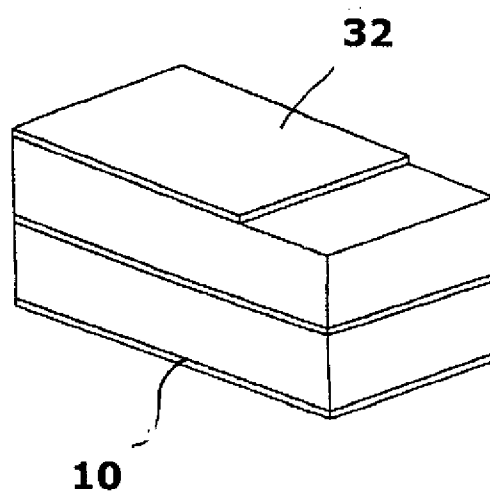


Fig. 3b

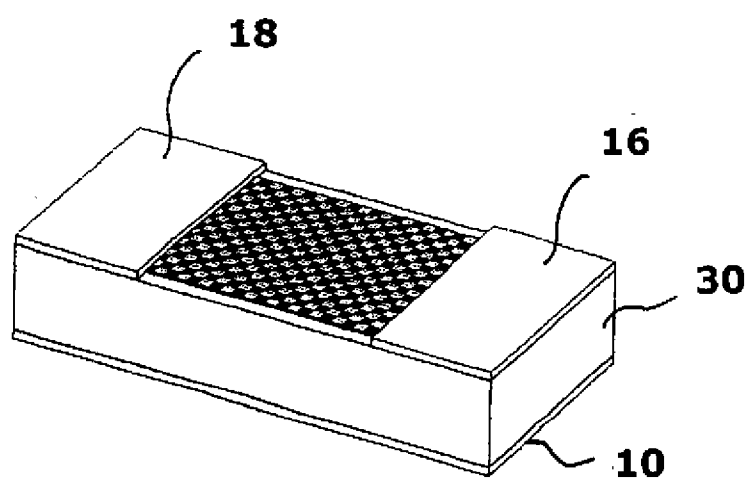


Fig. 4