

(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
24. Januar 2019 (24.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/015901 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05K 1/14 (2006.01) H05K 1/18 (2006.01)
H05K 1/03 (2006.01) H05K 3/32 (2006.01)
H05K 1/05 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/066169

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2018 (19.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 212 233.1
18. Juli 2017 (18.07.2017) DE

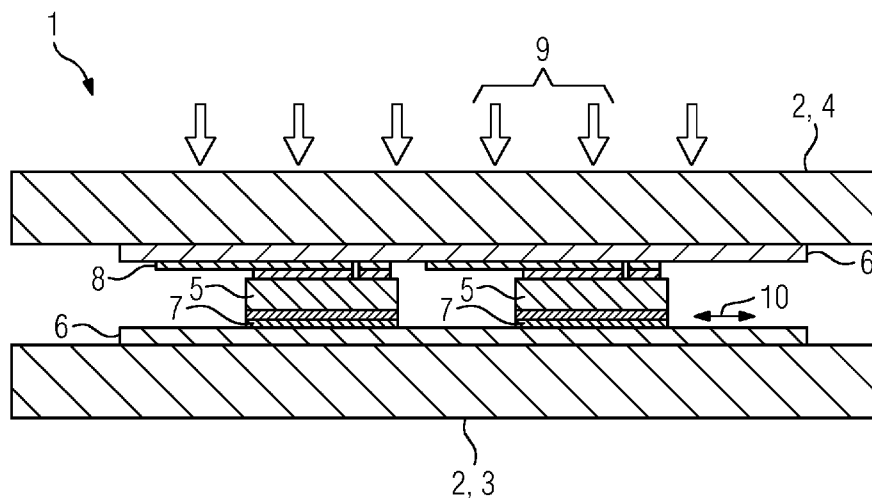
(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BLANK, Rene; Seydlitzstr. 36, 12249 Berlin (DE). FRANKE, Martin; Rothenbücherweg 31 A, 14089 Berlin (DE). FRÜHAUF, Peter; Elberfelder Str. 27b, 14612 Falkensee (DE). NERRETER, Stefan; Anger 1, 15754 Heidesee OT Blossin (DE). KNOFE, Rüdiger; Montreal-Platz 20, 14513 Teltow (DE). MÜLLER, Bernd; Coethener-Str. 19, 16259 Falkenberg (DE). STROGIES, Jörg; Charles-H.-King-Straße 25, 14163 Berlin (DE). WILKE, Klaus; Lübbenauer Weg 7, 12527 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

(54) Title: ELECTRICAL ASSEMBLY AND METHOD FOR PRODUCING AN ELECTRICAL ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE BAUGRUPPE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ELEKTRISCHEN BAUGRUPPE



(57) Abstract: The invention relates to an electrical assembly (1) which has at least one electronic switching element (5) which is electrically contacted on its underside and on its upper side, which is opposite the underside. The electrical assembly (1) has, in addition, two wiring supports (2, 3, 4) which are situated opposite each other on the electrical contacts (7, 8). These wiring supports (2, 3, 4) are each at least in part (6) made of a permanently elastic, electrically insulating, thermally conductive material (6). The invention also relates to a method for producing such an electrical assembly (1) in which, as a result of a compressive force (9) without the need for integrally bonded connections, thermal and/or electrical contact structures of the at least one switching element (5) are produced.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Baugruppe (1), die wenigstens ein elektronisches Schaltelement (5) aufweist, das an seiner Unterseite und an seiner dieser gegenüberliegenden Oberseite elektrisch kontaktiert ist. Die elektrische Baugruppe (1) weist zudem zwei einander gegenüberliegend an den elektrischen Kontaktierungen (7, 8) angeordnete Verdrahtungsträger (2, 3, 4) auf. Diese Verdrahtungsträger (2, 3, 4) sind jeweils wenigstens zum Teil (6) aus einem dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch leitfähigen Material (6) gebildet. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Herstellen einer solchen elektrischen Baugruppe (1), bei dem durch eine Druckkraft (9) unter Verzicht auf Stoffschlüssige Verbindungen thermische und/oder elektrische Kontaktierungen des wenigstens einen Schaltelements (5) hergestellt werden.

WO 2019/015901 A1

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Beschreibung

Elektrische Baugruppe und Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Baugruppe

5

Die Erfindung betrifft eine elektrische oder elektronische Baugruppe mit einem flexiblen Verdrahtungsträger und ein Verfahren zum Herstellen einer solchen elektrischen Baugruppe.

10 Heutzutage werden elektrische und elektronische Baugruppen und Schaltanordnungen nicht nur zunehmend komplexer, sondern sie sollen dabei auch weiter miniaturisiert und in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Durch diese Kombination von Anforderungen ergeben sich verschiedene Probleme in der
15 Aufbau- und Verbindungstechnik sowie beim Betrieb der entsprechenden Baugruppen oder Schaltungen. Es kommen beispielsweise zunehmend Aufbaukonzepte zum Einsatz, bei denen beispielsweise Halbleiterelemente direkt montiert werden, also nicht in einem entsprechenden Gehäuse gekapselt sind. Es ist
20 bisher üblich, Anbindungen oder Kontaktierungen der Halbleiterelemente planar durch stoffschlüssige Verbindungen mechanisch, thermisch und elektrisch zu verbinden. So kann sich eine Toleranzkette über eine Vielzahl von Bauelementen hinweg aufbauen. Ein Einhalten einer vorgegebenen Schlusstoleranz,
25 zum Beispiel einer möglichen Fügeverbindungshöhe an einer Halbleiteroberseite, stellt häufig kritische und schwer einzuhaltende Forderungen an die toleranzbehafteten Bauelemente. Hier wird heutzutage bereits häufig die Grenze einer sinnvollen, mit vertretbaren Kosten effizient realisierbaren Fertigung
30 erreicht.

Eine weitere zunehmend relevanter werdende Herausforderung stellt ein thermomechanisches Verhalten solcher Baugruppen oder Schaltungen dar. Aus funktionellen Gründen müssen häufig
35 Werkstoffe oder Bauelemente mit stark unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eingesetzt werden. Dies können beispielsweise Glasfaser- oder Epoxidwerkstoffe für organische Verdrahtungsträger mit einem thermischen Ausdehnungs-

koeffizient von etwa $15-18 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, Aluminiumoxidkeramiken mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa $7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ oder auch das häufig für Kühlkörper verwendete Aluminium mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa

5 $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ sein. Bei herkömmlichen Baugruppen oder Aufbauten können diese oder derartige Materialien stoffschlüssig miteinander verbunden sein, um eine mechanische, thermische und elektrische Funktionalität zu sichern. Insbesondere bei Temperaturen jenseits der Fügetemperaturen und/oder bei Temperaturunterschieden zwischen den verschiedenen Materialien, wie sie bei einem regulären Betrieb auftreten können, können die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, das heißt die Unterschiede in dem jeweiligen thermomechanischen Verhalten, zu unerwünschten Fehlausdehnungen, also schädigungswirksamen Ausdehnungsunterschieden, führen.

10

15

Ein bekannter Lösungsansatz für diese Probleme besteht in einer stofflich-geometrischen Optimierung. Hier wird versucht, durch geschickte Anordnung und Auswahl unterschiedlicher Materialien die genannten Probleme zu beherrschen. Beispielsweise können bei erwarteten stark unterschiedlichen Ausdehnungen beziehungsweise Ausdehnungsänderungen Fügwerkstoffe mit besonders hoher Wechsellastfähigkeit, zum Beispiel leistungsgesteigerte Lotwerkstoffe oder Sinterwerkstoffe, eingesetzt oder Materialien mit stark unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von vornherein vermieden werden. Dies kann jedoch zu erheblich gesteigerten Kosten und/oder einer eingeschränkten Funktionalität führen. Dieser Lösungsansatz ist zudem nicht beliebig mit der zunehmenden Miniaturisierung und

20

25

30 Leistungssteigerung skalierbar.

Die WO 03 / 0 323 91 A2 beschreibt ein Verfahren zum Formen eines Aufbaus (Package) für elektronische Komponenten und einen derartigen Aufbau. Der Aufbau weist mehrere schichtartig gestapelte Elemente auf, einschließlich eines Kühlelements,

35 eines flexiblen Substrats, welches eine elektrisch leitfähige Schicht und eine elektronische Komponente trägt, eines elektrisch isolierenden Füllmaterials (gap filler) und eines De-

ckels. Auf diese Stapelanordnung wird ein Druck ausgeübt, um einen mechanischen Kontakt zwischen dem flexiblen Substrat und dem Kühlkörper herzustellen.

5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine elektrische Baugruppe mit besonders gutem thermomechanischen Verhalten bereitzustellen, die mit besonders geringem Aufwand präzise zu fertigen ist und dabei eine flexible, auch komplexe Funktionalität ermöglicht.

10

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen sowie in der Beschreibung und in der
15 Zeichnung angegeben.

Eine erfindungsgemäße elektrische Baugruppe weist wenigstens ein elektronisches Schaltelement auf, welches an seiner Unterseite elektrisch kontaktiert und auf einem flexiblen ersten Verdrahtungsträger der elektrischen Baugruppe angeordnet
20 ist. Erfindungsgemäß ist es dabei vorgesehen, dass das elektronische Schaltelement zusätzlich auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite elektrisch kontaktiert ist. Zudem weist die elektrische Baugruppe einen zweiten Verdrahtungsträger auf, der dem ersten Verdrahtungsträger gegenüberliegend an der oberseitigen elektrischen Kontaktierung des elektronischen Schaltelements angeordnet ist. Erfindungsgemäß sind der erste und der zweite Verdrahtungsträger jeweils wenigstens zum Teil, also zumindest bereichsweise, aus einem
25 dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch leitfähigen Material gebildet.

Durch die beidseitige elektrische Kontaktierung des Schaltelementes können vorteilhaft besonders komplexe Funktionalitäten der elektrischen Baugruppe insgesamt und des elektronischen Schaltelements im Speziellen realisiert werden. Die beidseitige elektrische Kontaktierung kann ebenso eine besonders große Flexibilität bei der Realisierung oder Implemen-
35

tierung jeweils gewünschter Funktionalitäten bieten. Gerade für leistungselektronische Komponenten können die jeweiligen Leitungsquerschnitte nicht beliebig verringert werden, sodass durch die beidseitige elektrische Kontaktierung mehr Leitungen oder Anschlüsse an das elektronische Schaltelement geführt werden können. Ein weiterer Vorteil der beidseitigen elektrischen Kontaktierung und der auf beiden Seiten, also unterhalb der Unterseite und oberhalb der Oberseite des elektronischen Schaltelements angeordneten dauerelastischen, thermisch leitfähigen Materialbereiche oder Schichten der jeweiligen Verdrahtungsträger kann zudem bei einem Betrieb der elektrischen Baugruppe entstehende Wärme von dem elektronischen Schaltelement in beide gegenüberliegenden Richtungen abgeführt werden. Der vorgeschlagene Aufbau kann also ein verbessertes Temperatur- beziehungsweise Wärmemanagement bieten und somit eine höhere elektrische und/oder thermische Belastbarkeit und/oder Leistungsdichte innerhalb der elektrischen Baugruppe beziehungsweise innerhalb des elektronischen Schaltelements beschädigungsfrei ermöglichen.

Zum Bewältigen der eingangs genannten Probleme und Herausforderungen nutzt die vorliegend vorgeschlagene Lösung eine Integration mehrerer Funktionen oder Funktionalitäten in die Verdrahtungsträger. So ermöglicht die Elastizität der Verdrahtungsträger - beziehungsweise der entsprechenden dauerelastischen Materialbereiche der Verdrahtungsträger - während eines Herstellungs-, Montage- oder Fügeprozesses der elektrischen Baugruppe aufgebracht, insbesondere zumindest im Wesentlichen senkrecht zu der Unterseite und der Oberseite des elektronischen Schaltelements aufgebracht, Druckkräfte beschädigungsfrei aufzunehmen. Dies ermöglicht also eine höhenadaptive Annäherung der Fügepartner, also der Bauelemente, der elektrischen Baugruppe. Mit anderen Worten kann die Elastizität der Verdrahtungsträger für einen Toleranzausgleich, also das Einhalten einer vorgegebenen Schlusstoleranz der gesamten elektrischen Baugruppe ausgenutzt werden. Eine entsprechende Toleranzkette der elektrischen Baugruppe wird durch das aufgrund der Elastizität der Verdrahtungsträger

flexible Schlussmaß der elektrischen Baugruppe vorteilhaft deutlich entspannt, ist also mit geringerem Aufwand einhaltbar.

5 Zusätzlich zu diesem Toleranzausgleich bietet die Elastizität der Verdrahtungsträger die Möglichkeit und den Vorteil eines Ausgleichs von thermischen Ausdehnungsdifferenzen, also unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und/oder unterschiedlichen Temperaturen, der Fügepartner der elektrischen Baugruppe, insbesondere unter elektrischer und/oder
10 thermischer Wechsellast. Solche Ausdehnungsdifferenzen können bei herkömmlichen Baugruppen oder Aufbauten schädigungswirksam werden, das heißt zu einer Beschädigung oder zu einer beschleunigten Alterung der jeweiligen Baugruppe beziehungsweise des jeweiligen Aufbaus oder einzelner Bauelemente führen.
15 Die Elastizität der Verdrahtungsträger verhindert oder verringert einen Aufbau von, insbesondere thermisch verursachten, mechanischen Spannungen beziehungsweise von mechanischem Stress innerhalb der elektrischen Baugruppe.

20 Besonders vorteilhaft kann das jeweilige dauerelastische Material der Verdrahtungsträger eine mechanische Flexibilität beziehungsweise Elastizität in unterschiedliche Raumrichtungen bieten. Das bedeutet, dass das dauerelastische Material
25 nicht nur in einer ersten Richtung senkrecht zu der Unterseite und der Oberseite beziehungsweise den entsprechenden Flächen oder einer entsprechenden Haupterstreckungsebene des elektronischen Schaltelements beschädigungsfrei verformbar ist, sondern zumindest auch in einer zweiten Richtung, die
30 sich bevorzugt senkrecht zu der ersten Richtung erstrecken kann. Mit anderen Worten kann das jeweilige dauerelastische Material also auch beschädigungsfrei Verformungen oder Ausdehnungsdifferenzen in oder parallel zu einer Verbindungsebene zwischen zwei Bauelementen der elektrischen Baugruppe aufnehmen. Diese Verbindungsebene kann beispielsweise parallel
35 zu der Oberseite und der Unterseite des beziehungsweise der Haupterstreckungsebene des elektronischen Schaltelements angeordnet sein.

Die elektrische Baugruppe kann ein Stapel von Bauelementen sein, also eine stapelartige Struktur oder einen stapelartigen Aufbau aufweisen. Die einzelnen Bauelemente können insbesondere eine flächige Ausdehnung, also eine schichtartige Form oder Gestalt aufweisen, also jeweils eine Schicht oder einen Teil einer Schicht des Stapels beziehungsweise der elektrischen Baugruppe bilden. Das dauerelastische Material kann dann beschädigungsfrei sowohl senkrecht zu den einzelnen Schichten, also in Stapelrichtung, als auch parallel zu den Schichten oder Lagen, also zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Stapelrichtung beschädigungsfrei verformbar sein. So kann sich beispielsweise ein außenliegendes, also ein außen an der elektrischen Baugruppe angeordnetes oder eine Außenseite der elektrischen Baugruppe bildendes Kühlelement sich quer zur Stapelrichtung bei einem Betrieb der elektrischen Baugruppe stärker ausdehnen, also eine größere relative Längenänderung aufweisen, als beispielsweise die weiter innen liegende Kontaktierung oder das ebenfalls weiter innen angeordnete elektronische Schaltelement.

Diese Ausdehnungsdifferenzen werden von dem dazwischenliegenden dauerelastischen Material aufgenommen, also ausgeglichen, sodass hierdurch eine Beschädigung, beispielsweise ein Reißen, des Kühlelements, der Kontaktierung, des Schaltelements oder entsprechender Verbindungen vermieden werden kann.

Die vorliegende Erfindung zeigt also auf, wie auch komplexe elektrische Baugruppen mit verbessertem thermomechanischen Verhalten und höherer elektrischer und/oder thermischer Belastbarkeit realisiert werden können, wobei gleichzeitig mit im Gegensatz zu bekannten Methoden relativ geringem Aufwand vorgegebene Toleranzen für eine Größe, insbesondere eine Höhe, der elektrischen Baugruppe eingehalten werden können. Durch die beidseitige Verwendung des dauerelastischen Materials können vorteilhaft in ihrer jeweiligen individuellen Funktionalität besonders leistungsfähige Materialien für andere Bauelemente der elektrischen Baugruppe verwendet werden,

auch wenn diese signifikant unterschiedliche thermomechanische Verhalten beziehungsweise thermische Ausdehnungskoeffizienten haben. So können also bisher notwendige Kompromisse in der Materialwahl vermieden und eine insgesamt verbesserte
5 Leistung der elektrischen Baugruppe erreicht werden.

Eine elektrische oder elektronische Baugruppe kann im Sinne der vorliegenden Erfindung als konstruktiver und/oder funktioneller Verbund beziehungsweise als konstruktive und/oder
10 funktionelle Einheit aus integrierten und/oder diskreten, aktiven und/oder passiven Bauteilen oder Bauelementen verstanden werden diese Bauteile oder Bauelemente können durch ein elektrisches Leitungsnetz elektrisch miteinander verbunden
15 leitfähigen Material muss dabei keinen Anteil an einer elektrischen oder elektronischen Signal- oder datenverarbeitenden oder -weiterleitenden Funktion der elektrischen Baugruppe haben. Es kann beispielsweise als Träger für zumindest einen Teil des elektrischen Leitungsnetzes, eine elektrische Kon-
20 taktierung und/oder wenigstens ein anderes Bauelement der elektrischen Baugruppe dienen.

Das dauerelastische Material kann bevorzugt einen Teilbereich, insbesondere eine Schicht, des jeweiligen Verdrahtungsträgers bilden. Ein Rest oder übriger Bereich des jeweiligen Verdrahtungsträgers kann also aus einem anderen Material gebildet sein. Hierdurch kann vorteilhaft eine mechanische
25 Stabilität, beispielsweise eine Biegesteifigkeit, der elektrischen Baugruppe verbessert werden, ohne die durch den Einsatz des dauerhaft elastischen Materials erzielten Vorteile aufzugeben.
30

Das dauerelastische, elektrisch isolierende, thermisch gut leitfähige Material kann aus bekannten Materialien mit diesen
35 Eigenschaften ausgewählt werden - im Einzelfall beispielsweise je nach individuellen Anforderungen. Die vorliegende Erfindung ist also nicht auf eine bestimmte Komposition dieses

beziehungsweise eines solchen Materials gerichtet, da grundsätzlich geeignete Materialien bekannt sind.

Bauelemente der vorliegenden elektrischen Baugruppe sind beispielsweise das elektronische Schaltelement und die Verdrahtungsträger. Auch die elektrische Kontaktierung beziehungsweise eine entsprechende elektrische Kontaktierungsschicht kann als Bauelement verstanden werden. Darüber hinaus kann die elektrische Baugruppe weitere Bauelemente, beispielsweise Kühlelemente, mechanische Abstützungen, Sensoren und dergleichen mehr, aufweisen.

In vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist das elektronische Schaltelement wenigstens einen Leistungshalbleiter auf. Das elektronische Schaltelement kann mit anderen Worten also einen oder mehrere Chips einer Leistungselektronik umfassen. Die vorliegende Erfindung kann für elektrische Baugruppen, die leistungselektronische Komponenten oder Elemente aufweisen oder einerseits eine Leistungselektronik und andererseits Logik- oder Berechnungskomponenten miteinander kombinieren beziehungsweise integrieren besonders vorteilhaft eingesetzt werden. Durch den Einsatz von leistungselektronischen Komponenten fällt innerhalb einer solchen Baugruppe eine erhöhte Verlustleistung an, welche eine effektive Handhabung des thermomechanischen Verhaltens der Baugruppe besonders wichtig macht. Durch diese relativ hohe Verlustleistung verursachte relativ hohe Temperaturen wirken sich im Allgemeinen nachteilig auf Logikschaltungen oder Berechnungseinrichtungen innerhalb der Baugruppe aus. Nichtsdestotrotz ist zunehmend eine erhöhte räumliche Packungsdichte - auch unterschiedlicher Komponenten - angestrebt, um beispielsweise die Miniaturisierung voranzutreiben und Signallaufzeiten zu verringern. Praktische Anwendungsfälle, in denen die vorliegende Erfindung vorteilhaft eingesetzt werden kann, sind beispielsweise Photovoltaikanlagen, Inverter, Ansteuerungen und Leistungsverteilungen für Elektromotoren und dergleichen mehr.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist das dauerelastische Material des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungsträgers auf einen metallischen Träger aufgedrückt. Das dauerelastische Material kann also insbesondere kraftschlüssig mit dem jeweiligen metallischen Träger verbunden sein. Dabei kann insbesondere auf eine stoffschlüssige Verbindung verzichtet sein. Das Aufdrücken bedeutet, dass ein mechanischer und thermischer, insbesondere wärmeleitender, Kontakt zwischen dem dauerelastischen Material und dem jeweiligen metallischen Träger durch eine Kraft hergestellt beziehungsweise sichergestellt wird, die senkrecht zu einer Verbindungs- oder Kontaktfläche beziehungsweise -ebene zwischen dem dauerelastischen Material und dem jeweiligen metallischen Träger wirkt. Die Kraft kann dabei gleichmäßig über die gesamte Fläche dieser Kontaktebene ausgeübt werden oder es können vorgegebene Kontaktbereiche, also Teilbereiche der Gesamt-Kontaktfläche, kraftschlüssig aneinandergedrückt werden.

Aufgrund der Elastizität, also der Verformbarkeit des dauerelastischen Materials kann hier vorteilhaft auch ohne eine stoffschlüssige Verbindung ein optimaler Kontakt zwischen dem dauerelastischen Material und dem metallischen Träger hergestellt und sichergestellt werden, da beispielsweise Unebenheiten oder Baulichkeiten des jeweiligen metallischen Trägers durch das dauerelastische Material verfüllt beziehungsweise ausgeglichen werden können. Da das dauerelastische Material auch thermisch leitfähig ist, kann so in der elektrischen Baugruppe entstehende Ab- oder Verlustwärme durch das dauerelastische Material besonders effektiv und effizient an den metallischen Träger weitergeleitet beziehungsweise abgeführt werden.

Der metallische Träger kann diese Wärme dann aufgrund seiner besonders guten thermischen Leitfähigkeit besonders effektiv und effizient verteilen, weiterleiten oder an eine Umgebung abgeben. Gleichzeitig wird durch die Elastizität des dauerelastischen Materials eine eventuelle Fehlausdehnung, also

eine schädigungswirksame Differenz der relativen und/oder absoluten thermisch bedingten Längenänderungen des jeweiligen metallischen Trägers einerseits und eines an einer anderen, insbesondere gegenüberliegenden, Seite des dauerelastischen Materials angeordneten weiteren Bauelements der elektrischen Baugruppe vermieden.

Durch die Elastizität des dauerelastischen Materials kann vorteilhaft also auch unter signifikanter thermomechanischer Belastung ein optimaler Wärmefluss, also ein effektives und effizientes Ableiten von Verlustwärme aus der elektrischen Baugruppe erreicht werden, da mechanischer Stress ausgeglichen und so ein möglichst guter thermischer und mechanischer Kontakt aufrechterhalten werden kann.

Der metallische Träger kann dabei eine mechanische Stabilität, beispielsweise gegen Verbiegen, ebenso wie einen Schutz vor Beschädigungen durch mechanische Einwirkungen auf die elektrische Baugruppe bieten beziehungsweise verbessern. Dazu kann der metallische Träger bezogen auf eine Mittel- oder Zentralebene der elektrischen Baugruppe insbesondere weiter außen liegend, also weiter von einem Mittelpunkt der elektrischen Baugruppe entfernt, angeordnet sein, als das dauerelastische Material. Das dauerelastische Material kann mit anderen Worten also innen liegend an dem jeweiligen metallischen Träger angeordnet sein. Der metallische Träger kann Teil des jeweiligen ersten beziehungsweise zweiten Verdrahtungsträgers sein. Mit anderen Worten können also das jeweilige dauerelastische Material und der jeweilige metallische Träger zusammen den jeweiligen Verdrahtungsträger bilden.

Selbstverständlich kann der jeweilige Verdrahtungsträger auch noch weitere Komponenten, Elemente oder Bestandteile aufweisen. Ist der jeweilige metallische Träger Teil des jeweiligen Verdrahtungsträgers, so kann vorteilhaft eine besonders hohe Funktionsdichte realisiert werden, da der derart aus mehreren unterschiedlichen Bereichen beziehungsweise Materialien aufgebaute Verdrahtungsträger in einem Bauelement mehrere Funk-

tionen vereinen oder erfüllen kann. Somit kann vorteilhaft ein entsprechendes weiteres Bauteil für zumindest eine dieser Funktionalitäten eingespart werden.

5 Um eine besonders hohe Funktionsdichte der elektrischen Baugruppe zu erreichen, kann der metallische Träger beispielsweise eine Kühlfunktion übernehmen. Dazu ist es in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass der jeweilige metallische Träger als Kühlelement
10 zum Kühlen der elektrischen Baugruppe ausgebildet ist. Mit anderen Worten können also die Funktionalitäten eines Verdrahtungsträgers und eines Kühlelementes durch den vorliegend erfindungsgemäßen Verdrahtungsträger in einem einzigen Bauelement vereint beziehungsweise kombiniert werden. Dass der
15 metallische Träger als Kühlelement ausgebildet ist, kann beispielsweise bedeuten, dass der jeweilige metallische Träger eine Außenseite beziehungsweise Oberfläche der elektrischen Baugruppe bildet, sodass er Wärme an die jeweilige Umgebung der elektrischen Baugruppe abstrahlen oder abgeben kann. Dazu
20 kann die dem dauerelastischen Material abgewandte Außen- oder Oberseite des jeweiligen metallischen Trägers beispielsweise Kühlfinnen aufweisen oder anderweitig ausgeformt sein, um eine vergrößerte Oberfläche und somit eine vergrößerte Wärmeabgabefähigkeit zu erreichen.

25

Ebenso kann der metallische Träger beispielsweise dazu ausgebildet sein, an einen Kühlkreislauf beziehungsweise einen Kühlmittelkreislauf angeschlossen zu werden. Hierfür kann der metallische Träger beispielsweise entsprechende Aufnahmen
30 oder Befestigungselemente aufweisen, mittels welchen er an eine externe Kühlung oder Kühleinrichtung angeschlossen beziehungsweise mit einer externen Kühlung oder Kühleinrichtung wärmeleitend verbunden werden kann. Aufgrund seiner thermischen Leitfähigkeit und seiner mechanischen Stabilität und
35 Belastbarkeit ist der metallische Träger hierfür besonders geeignet. Ebenso kann der metallische Träger beispielsweise eine Bohrung oder einen Kanal aufweisen, durch welche beziehungsweise durch welchen ein Kühlmittel oder Kühlmedium den

metallischen Träger durchströmen kann. So kann ein besonders effizienter Wärmeabtransport erreicht werden.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind in allen Verbindungsebenen der elektrischen Baugruppe, in denen jeweils wenigstens zwei Bauelemente miteinander verbunden sind, die jeweiligen wenigstens zwei Bauelemente unter Verzicht auf eine stoffschlüssige Verbindung kraftschlüssig miteinander verbunden. Mit anderen Worten sind die Bauelemente der elektrischen Baugruppe also durch den Verzicht auf stoffschlüssige Verbindungen zerstörungsfrei voneinander lösbar. Dadurch dass die elektrische Baugruppe durch kraftschlüssig wirkende Aufbau- oder Fügemaßnahmen beziehungsweise -methoden hergestellt und zusammengehalten wird, kann vorteilhaft eine verbesserte thermomechanische, letztlich also auch elektrische, Belastbarkeit der elektrischen Baugruppe insgesamt erreicht werden. Dies ist der Fall, da die kraftschlüssigen Fügungen oder Verbindungen ein Abgleiten der einzelnen Bauelemente aneinander ermöglichen können. Somit können sich also die einzelnen Bauelemente, welche insbesondere unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten und/oder unterschiedliche Temperaturen aufweisen können, individuell unabhängig voneinander ausdehnen oder zusammenziehen, ohne dass dies zu schädigungswirksamem mechanischem Stress beziehungsweise zu entsprechenden mechanischen Spannungen innerhalb der elektrischen Baugruppe führt.

Um trotz des Verzichtes auf ein stoffschlüssiges Fügen die Funktionalität der elektrischen Baugruppe sicherzustellen, können insbesondere elektrische und/oder thermische Kontakte durch kraftschlüssiges Anpressen beziehungsweise Aneinanderpressen geeigneter Kontaktflächen beziehungsweise Kontaktbereiche der jeweiligen Bauelemente realisiert werden. Dies kann dauerhaft beispielsweise durch ein oder mehrere Federelemente, durch eine oder mehrere Klammern, durch eine oder mehrere Schraubverbindungen und/oder dergleichen realisiert werden. Diese Federelemente, Klammern und/oder Schraubverbindungen oder dergleichen können also Teil beziehungsweise Teil-

le der elektrischen Baugruppe sein. Beispiele für Verbindungsebenen in diesem Sinne können eine Ebene, also eine Grenz- oder Verbindungsfläche, in der ein Kühlkörper oder Kühlelement an ein weiter innen liegendes Bauelement der elektrischen Baugruppe angebunden ist ebenso umfassen wie die Ebene, in der das elektrische Schaltelement auf beziehungsweise an seiner Ober- oder Unterseite elektrisch und/oder thermisch kontaktiert ist.

10 Zusätzlich zu der kraftschlüssigen Verbindung beziehungsweise den kraftschlüssigen Verbindung kann die elektrische Baugruppe eine oder mehrere formschlüssige Verbindungen aufweisen. Hierdurch kann beispielsweise eine Verschiebung zweier Bauelemente relativ zueinander und/oder eine Bewegung eines oder 15 mehrerer Bauelemente innerhalb der elektrischen Baugruppe begrenzt werden, um die vorgegebene Struktur und die Funktionalität der elektrischen Baugruppe dauerhaft aufrecht zu erhalten beziehungsweise zu gewährleisten.

20 In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung bildet das dauerelastische Material des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungsträgers eine Schicht, die unmittelbar an der jeweiligen elektrischen Kontaktierung des elektronischen Schaltelements anliegt. Das dauerelastische 25 Material des ersten Verdrahtungsträgers kann also beispielsweise eine elektrische Kontaktierungsschicht oder eine elektrische Leitung tragen oder aufnehmen, mittels welcher die Unterseite des elektronischen Schaltelements elektrisch kontaktiert ist. In entsprechender Weise kann das dauerelastische 30 Material des zweiten Verdrahtungsträgers eine elektrische Kontaktierungsschicht oder eine elektrische Leitung tragen oder aufnehmen, mittels welcher die Oberseite des elektronischen Schaltelements kontaktiert ist.

35 Das dauerelastische Material der Verdrahtungsträger kann ein das elektronische Schaltelement unterseitig und/oder oberseitig zumindest teilweise umgebendes Dielektrikum sein, also

eine dielektrische Schicht oder Lage innerhalb der elektrischen Baugruppe bilden.

Die Anordnung des dauerelastischen Materials unmittelbar an
5 der elektrischen Kontaktierung des elektronischen Schaltelements, also in minimalem Abstand zu diesem, ist zur Verbesserung des thermomechanischen Verhaltens der elektrischen Baugruppe besonders vorteilhaft, da in dem elektronischen Schaltelement die abzuführende Verlustwärme entstehen kann.
10 Durch die Elastizität des dauerelastischen Materials kann zum einen vorteilhaft eine maximale Kontaktfläche zur Wärmeableitung mit minimalem Fertigungsaufwand realisiert werden, da sich das dauerelastische Material beim Fügen der elektrischen Baugruppe und selbst beziehungsweise automatisch an lokale
15 Ausformungen anpasst. Das dauerelastische Material bietet vorteilhaft also eine besonders gute Anformbarkeit, was vorteilhaft zu einem besonders geringen thermischen Widerstand zu und von dem dauerelastischen Material führt.

20 Zum anderen können an dieser Stelle maximale Temperaturen, Temperaturschwankungen und/oder Temperaturgradienten auftreten. Durch die Anordnung des dauerelastischen Materials unmittelbar an der elektrischen Kontaktierung des elektronischen Schaltelements - und gegebenenfalls auch zumindest be-
25 reichsweise an dem elektronischen Schaltelement selbst - können thermomechanische Auswirkungen, wie beispielsweise in herkömmlichen Aufbauten potentiell schädigungswirksame Fehlausdehnungen, besonders vorteilhaft aufgefangen oder ausgeglichen werden.

30 Während bekannte herkömmliche elektrische Baugruppen oftmals einen asymmetrischen Aufbau aufweisen, kann durch die vorliegende Erfindung vorteilhaft ein symmetrischer Aufbau oder eine symmetrische Struktur der elektrischen Baugruppe realisiert werden. Dabei kann durch die Anordnung des gleichen
35 dauerelastischen Materials sowohl auf oder an der Unterseite als auch auf oder an der Oberseite des elektronischen Schaltelements vorteilhaft eine besonders gleichmäßige Wärmeablei-

tung von dem elektronischen Schaltelement erreicht werde.
Durch eine derartige symmetrische Entwärmung des elektrischen Schaltelements kann vorteilhaft das Entstehen eines Temperaturgradienten oder einer thermomechanischen Spannung innerhalb des elektronischen Schaltelements vermieden werden. Dies kann bei herkömmlichen bekannten elektrischen Baugruppen, bei denen beispielsweise einseitig ein Füllmaterial oder eine Vergussmasse an dem elektronischen Schaltelement angeordnet ist, nicht sichergestellt werden, da die unterschiedlichen Materialien an der Oberseite und der Unterseite des elektronischen Schaltelements üblicherweise unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten und Wärmekapazitäten aufweisen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält das dauerelastische Material des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungsträgers ein Polysiloxan und eine weitere Komponente, insbesondere Metalloxidpartikel und/oder Keramikpartikel. Dies stellt eine erprobte Möglichkeit dar, ein dauerelastisches Material mit den gewünschten thermischen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften zu schaffen.

Zusätzlich zu der elektrischen Baugruppe ist ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Baugruppe. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zum Fügen der Baugruppe eine externe Druckkraft auf einen außenliegenden ersten und einen diesem gegenüberliegenden außenliegenden zweiten Verdrahtungsträger der Baugruppe ausgeübt. Die Verdrahtungsträger sind dabei jeweils wenigstens zum Teil aus einem dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch leitfähigen Material gebildet. Zwischen den Verdrahtungsträgern ist wenigstens ein elektronisches Schaltelement angeordnet. Durch die Druckkraft werden innerhalb der elektrischen Baugruppe unter Verzicht auf stoffschlüssige Verbindungen thermische und/oder elektrische Kontaktierungen zumindest des wenigstens einen Schaltelements an einer dem ersten Verdrahtungsträger zugewandten Unterseite und einer dem zweiten Verdrahtungsträger zugewandten Obersei-

te des Schaltelements hergestellt. Das heißt, das Schaltele-
ment und die Verdrahtungsträger werden in direkten oder indi-
rekten Kontakt gebracht.

5 In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfah-
rens werden die Bauelemente der Baugruppe so toleriert, dass
vor dem Ausüben der Druckkraft ein Mindestmaß der Baugruppe
senkrecht zu einer Verbindungsebene zwischen dem wenigstens
einen elektronischen Schaltelement und den Verdrahtungsträ-
10 gern mindestens so groß ist wie ein Soll- oder Höchstmaß der
fertigen, das heißt der fertig gefügten, also fertig herge-
stellten, Baugruppe. Durch die Druckkraft wird das dauerelas-
tische Material des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungs-
trägers zusammengedrückt und/oder verformt und dadurch die
15 Baugruppe auf das Sollmaß gebracht. Mit anderen Worten kann
durch die Tolerierung der Bauelemente trotz der sich durch
die Vielzahl der unterschiedlichen Bauelemente innerhalb der
elektrischen Baugruppe aufbauenden Toleranzkette sicherge-
stellt werden, dass die elektrische Baugruppe vor dem Ausüben
20 der Druckkraft war also vor dem endgültigen Fügen der Bau-
gruppe, diese eine vorgegebene Mindestdicke aufweist. Ein To-
leranzband wird dann durch die Elastizität beziehungsweise
Verformbarkeit des dauerelastischen Materials bereitgestellt.
Dieses Toleranzband kann beim Fügen, also beim Herstellen der
25 Baugruppe dann durch Variation oder Einstellen der externen
Druckkraft ausgeschöpft werden.

Die bisher und im Folgenden angegebenen Eigenschaften und
Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Baugruppe sowie die
30 entsprechenden Vorteile sind jeweils sinngemäß auf das erfin-
dungsgemäße Verfahren und/oder zur Durchführung des erfin-
dungsgemäßen Verfahrens verwendete oder verwendbare Bauteile
und Einrichtungen übertragbar und umgekehrt. Es gehören also
zu der Erfindung auch solche Weiterbildungen der erfindungs-
35 gemäßen Baugruppe und des erfindungsgemäßen Verfahrens, die
Ausgestaltungen aufweisen, die hier nicht explizit in der je-
weiligen Kombination beschrieben sind.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

5 Dabei zeigt die einzige Figur eine schematische geschnittene Seitenansicht einer beispielhaften elektrischen Baugruppe mit zwei beidseitig kontaktierten elektronischen Schaltelementen, die zwischen zwei Verdrahtungsträgern, insbesondere zwischen zwei Schichten aus einem dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch leitfähigen Material, angeordnet sind.

10

Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig
15 voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen
20 auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

20

Die einzige Figur zeigt eine elektrische Baugruppe 1 in einer schematischen und geschnittenen Seitenansicht. Vorliegend umfasst die elektrische Baugruppe 1 zwei jeweils außenliegend
25 angeordnete Verdrahtungsträger 2. Dies sind ein unterer Verdrahtungsträger 3 und ein oberer Verdrahtungsträger 4. Zwischen den Verdrahtungsträgern 2 sind als elektronisches Schaltelement zwei Leistungshalbleiter 5 angeordnet.

30

Mit der heutzutage zunehmend angestrebten Erhöhung einer Anzahl und Dichte von Funktionen beziehungsweise Funktionalitäten bei gleichzeitiger Miniaturisierung und Leistungssteigerung von elektrischen und elektronischen Baugruppen treten
35 mit bekannten Lösungsansätzen nicht oder nur mit Kompromissen beherrschbare Probleme sowohl bei einer Fertigung als auch bei einem thermomechanischen Verhalten der Baugruppen auf. Bekannte Lösungsansätze zielen im Wesentlichen ab auf eine

Beherrschung der jeweiligen Toleranzkette durch eng spezifizierte und zum Teil nur unwirtschaftlich erreichbare Einzel-
toleranzen der einzelnen Konstruktion- oder Bauelemente der
jeweiligen Baugruppe und damit der einzelnen Kettenglieder
5 der Toleranzkette. Zusätzlich werden mitunter Kompensations-
maßnahmen, wie beispielsweise ein adaptiver Lotauftrag einge-
setzt. Durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffi-
zienten der Bauelemente bedingte Schädigungswirkungen sollen
dabei durch geometrische und werkstoffmäßige Optimierung der
10 Baugruppen beziehungsweise Aufbauten minimiert werden. Hier
stößt man heutzutage jedoch an durch die Materialwahl beziehungsweise die verfügbaren Materialien und deren Einsatz bei
der Herstellung der jeweiligen Baugruppe an technische und
wirtschaftliche Grenzen.

15

Vorliegend weisen die Verdrahtungsträger 2 jeweils eine dau-
erelastische Schicht 6 auf. Die jeweilige dauerelastische
Schicht 6 ist dabei innenliegend an den Verdrahtungsträgern
2, das heißt auf einer jeweils den Leistungshalbleitern 5 zu-
20 gewandten Seite, angeordnet. Die dauerelastischen Schichten 6
sind aus einem dauerelastischen, elektrisch isolierenden aber
dennoch thermisch gut leitenden Material gefertigt. Ein sol-
ches Material kann beispielsweise aus einem Polysiloxan und
einem Keramikfiller oder aus einem Polysiloxan und Aluminium-
25 oxidpartikeln gebildet sein. Ein geeignetes Material ist bei-
spielsweise unter dem Markennamen Keratherm bekannt.

Dass die dauerelastischen Schichten 6 beziehungsweise deren
Material thermisch gut leitfähig ist, kann zum Beispiel be-
30 deuten, dass die jeweilige dauerelastische Schicht 6 beziehungsweise deren Material eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens 2 W/(m·K) und bevorzugt von wenigstens 5 W/(m·K) aufweist.

35 Innenseitig der dauerelastischen Schichten 6 sind zwischen diesen und den Leistungshalbleitern 5 elektrische Kontaktierungen der Leistungshalbleiter 5 angeordnet. Diese Kontaktierungen sind zwischen dem unteren Verdrahtungsträger 3 und den

Leistungshalbleitern 5 eine untere Kontaktierung 7 und zwischen dem oberen Verdrahtungsträger 4 und den Leistungshalbleitern 5 eine obere Kontaktierung 8. Die Kontaktierungen 7, 8 können beispielsweise in einem herkömmlichen Planarprozess aufgebrauchte Kupferschichten sein.

Bauelemente der elektrischen Baugruppe 1 sind im vorliegenden Beispiel also zumindest die Verdrahtungsträger 2, die dauerelastischen Schichten 6 und die Leistungshalbleiter 5. Auch die elektrischen Kontaktierungen 7, 8 können als Bauelemente aufgefasst werden, da es sich hierbei um separate spezifische Schichten handeln kann. Bevorzugt sind die Bauelemente der elektrischen Baugruppe 1 nicht stoffschlüssig miteinander verbunden. Vielmehr wird ein Zusammenhalt der elektrischen Baugruppe 1 durch kraftschlüssige Verbindungen erzielt.

Zum Fügen der elektrischen Baugruppe 1 wird eine Fügekraft 9, deren Richtung hier schematisch durch Pfeile veranschaulicht ist, auf einen oder beide der Verdrahtungsträger 2 ausgeübt. Durch die Fügekraft 9 kann die elektrische Baugruppe insgesamt und insbesondere das Material der dauerelastischen Schichten 6 zusammengedrückt werden. Dies ermöglicht während der Fertigung auf einfache Weise einen Toleranzausgleich, um ein vor dem Ausüben der Fügekraft 9 bestehendes Istmaß der elektrischen Baugruppe 1 in Richtung der Fügekraft 9 auf ein vorgegebenes Sollmaß zu bringen. Dazu kann die Fügekraft individuell auf die jeweilige elektrische Baugruppe 1 abgestimmt gesteuert beziehungsweise eingestellt werden. Es kann dazu möglich sein, vor und/oder während des Ausübens der Fügekraft 9 das Istmaß der elektrischen Baugruppe 1 zu messen beziehungsweise zu überwachen. Vorteilhaft wird durch die Elastizität der dauerelastischen Schichten 6 dabei die Fügekraft 9 besonders gleichmäßig verteilt, wodurch mechanische Beschädigungen beispielsweise der Kontaktierungen 7, 8 oder der Leistungshalbleiter 5 vermieden werden können.

Sowohl durch die Elastizität der dauerelastischen Schichten 6 als auch durch den Verzicht auf stoffschlüssige Verbindungen

zwischen den Bauelementen, also in den Verbindungsebenen der elektrischen Baugruppe 1 kann bei einem Betrieb der elektrischen Baugruppe 1 ein Aufbau von thermisch induzierten mechanischen Spannungen vermieden oder zumindest verringert werden. Solche thermomechanischen Spannungen können insbesondere bei unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CTE, englisch: „coefficient of thermal expansion“) unterschiedlicher, insbesondere benachbarter Bauelemente auftreten und dann zu Fehlausdehnungen, also unterschiedlich starken Längenänderungen der Bauelemente, führen, was letztlich die elektrische Baugruppe 1 beschädigen kann.

Solche Fehlausdehnungen durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten (CTE-Mismatch) können durch die dauerelastischen Schichten 6 aufgefangen werden. Beispielsweise kann ein jeweiliger, den Leistungshalbleitern 5 und den dauerelastischen Schichten 6 abgewandter Bereich der Verdrahtungsträger 2 aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise Aluminium, gebildet sein. Diese Bereiche können dann als Kühlelemente zum Kühlen der elektrischen Baugruppe 1 dienen. Erwärmen sich bei einem Betrieb der elektrischen Baugruppe 1 jedoch diese metallischen oder Aluminiumbereiche, so dehnen diese sich aus und zwar insbesondere stärker als beispielsweise die Leistungshalbleiter 5, welche vorwiegend aus Silizium und Siliziumoxiden gebildet sein können. Die größere thermische Ausdehnung beziehungsweise Längenänderung der metallischen oder Aluminiumbereiche der Verdrahtungsträger 2 führt dann zu einer Verformung beziehungsweise zu einem Walcken der dauerelastischen Schichten 6 und wird nicht oder zumindest nicht in vollem Umfang an die Leistungshalbleiter 5 weitergegeben.

Durch den Verzicht auf stoffschlüssige Verbindungen in den jeweiligen Verbindungsebenen können die einzelnen Bauelemente zudem aneinander entlang oder aneinander abgleiten in sich in der jeweiligen Verbindungsebene beziehungsweise parallel dazu erstreckende Richtungen. Die Verbindungsebenen der elektrischen Baugruppe 1 erstrecken sich dabei vorliegend

senkrecht zu einer Zeichenebene zwischen jeweils zwei benachbarten Bauelementen. Dieses einem Ausgleich von thermomechanischen Spannungen dienende Abgleiten oder unabhängige Ausdehnen beziehungsweise Zusammenziehen der Bauelemente parallel zu den Verbindungsebenen ist hier schematisch durch einen Doppelpfeil 10 angedeutet.

Die vorliegend gezeigte Darstellung der elektrischen Baugruppe 1 ist lediglich als ein beispielhafter Aufbau zu verstehen. Selbstverständlich sind ebenso andere, auch komplexere, Strukturen und Anordnungen möglich. So können beispielsweise weitere Schichten oder Bereiche aus dem dauerelastischen Material der dauerelastischen Schichten 6 vorgesehen sein, um beispielsweise zwischen weiteren Bauelementen andernfalls auftretende Fehlausdehnungen abzufangen.

Bezugszeichenliste

1	Elektrische Baugruppe
2	Verdrahtungsträger
5	3 unterer Verdrahtungsträger
4	oberer Verdrahtungsträger
5	Leistungshalbleiter
6	dauerelastische Schicht
7	untere Kontaktierung
10	8 obere Kontaktierung
9	Fügekraft
10	Doppelpfeil

Patentansprüche

1. Elektrische Baugruppe (1), aufweisend ein elektronisches Schaltelement (5), das an seiner Unterseite elektrisch kontaktiert (7) und auf einem flexiblen ersten Verdrahtungsträger (2, 3) der elektrischen Baugruppe (1) angeordnet ist, da durch gekennzeichnet, dass
- das elektronische Schaltelement (5) zusätzlich auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite elektrisch kontaktiert ist (8),
 - die elektrische Baugruppe (1) einen zweiten Verdrahtungsträger (2, 4) aufweist, der dem ersten Verdrahtungsträger (2, 3) gegenüberliegend an der oberseitigen elektrischen Kontaktierung (8) des elektronischen Schaltelements (5) angeordnet ist, und
 - der erste und der zweite Verdrahtungsträger (2, 3, 4) jeweils wenigstens zum Teil (6) aus einem dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch leitfähigen Material (6) gebildet sind.
2. Elektrische Baugruppe (1) nach Anspruch 1, da durch gekennzeichnet, dass das elektronische Schaltelement (5) wenigstens einen Leistungshalbleiter (5) aufweist.
3. Elektrische Baugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da durch gekennzeichnet, dass das dauerelastische Material (6) des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungsträgers (2, 3, 4) auf einen metallischen Träger aufgedrückt ist.
4. Elektrische Baugruppe (1) nach Anspruch 3, da durch gekennzeichnet, dass der jeweilige metallische Träger als Kühlelement zum Kühlen der elektrischen Baugruppe (1) ausgebildet ist.

5. Elektrische Baugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
in allen Verbindungsebenen der elektrischen Baugruppe (1), in
5 denen jeweils wenigstens zwei Bauelemente (2, 3, 4, 5, 6, 7,
8) miteinander verbunden sind, die jeweiligen Bauelemente (2,
3, 4, 5, 6, 7, 8) unter Verzicht auf eine stoffschlüssige
Verbindung kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

10 6. Elektrische Baugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
das dauerelastische Material (6) des ersten und/oder des
zweiten Verdrahtungsträgers (2, 3, 4) eine Schicht (6) bil-
15 det, die unmittelbar an der jeweiligen elektrischen Kontak-
tierung (7, 8) des elektronischen Schaltelements (5) anliegt.

7. Elektrische Baugruppe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
das dauerelastische Material (6) des ersten und/oder des
zweiten Verdrahtungsträgers (2, 3, 4) ein Polysiloxan und ei-
ne weitere Komponente, insbesondere Metalloxidpartikel
und/oder Keramikpartikel, enthält.

25

8. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Baugruppe (1),
bei dem

- zum Fügen der Baugruppe (1) eine externe Druckkraft (9) auf
einen außenliegenden ersten und einen diesem gegenüberlie-
30 genden außenliegenden zweiten Verdrahtungsträger (2, 3, 4)
der Baugruppe (1), die jeweils wenigstens zum Teil aus ei-
nem dauerelastischen, elektrisch isolierenden, thermisch
leitfähigen Material (6) gebildet sind, ausgeübt wird, wo-
bei zwischen den Verdrahtungsträgern (2, 3, 4) wenigstens
35 ein elektronisches Schaltelement (5) angeordnet ist, und
- durch die Druckkraft (9) innerhalb der Baugruppe (1) unter
Verzicht auf stoffschlüssige Verbindungen thermische
und/oder elektrische Kontaktierungen zumindest des wenig-

tens einen Schaltelements (5) an einer dem ersten Verdrahtungsträger (2, 3) zugewandten Unterseite und einer dem zweiten Verdrahtungsträger (2, 4) zugewandten Oberseite des Schaltelements (5) hergestellt werden.

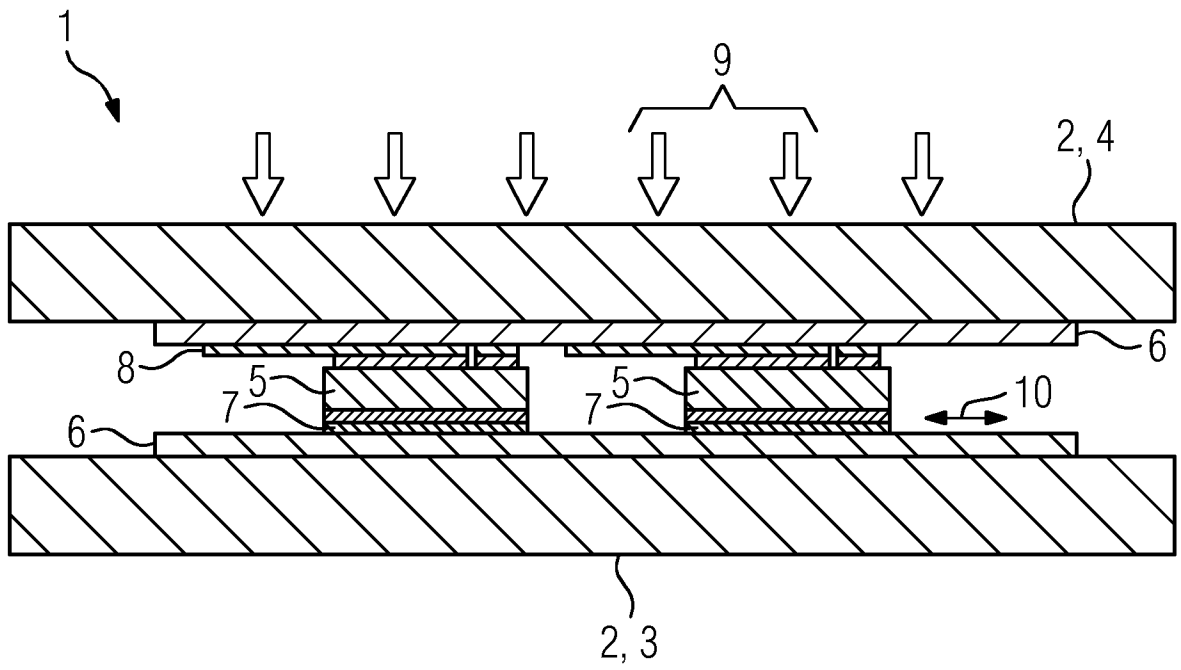
5

9. Verfahren nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass

- die Bauelemente (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) der Baugruppe (1) so toleriert werden, dass vor dem Ausüben der Druckkraft (9) ein
- 10 Mindestmaß der Baugruppe (1) senkrecht zu einer Verbindungsebene zwischen dem wenigstens einen elektronischen Schaltelement (5) und den Verdrahtungsträgern (2, 3, 4) mindestens so groß ist wie ein Soll- oder Höchstmaß der fertigen Baugruppe (1), und
- 15 - durch die Druckkraft (9) das dauerelastische Material (6) des ersten und/oder des zweiten Verdrahtungsträger (2, 3, 4) verformt und dadurch die Baugruppe (1) auf das Sollmaß gebracht wird.

20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/066169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H05K 1/14</i> (2006.01)i; <i>H05K 1/03</i> (2006.01)n; <i>H05K 1/05</i> (2006.01)n; <i>H05K 1/18</i> (2006.01)n; <i>H05K 3/32</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2015049443 A1 (MEYER-BERG GEORG [DE]) 19 February 2015 (2015-02-19) paragraphs [0034], [0035], [0060], [0071], [0075]; figure 6 paragraphs [0036] - [0037], [0040], [0050]	1-4,6,7 5,8,9
Y	EP 0652692 A1 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG [DE]; PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 10 May 1995 (1995-05-10) the whole document	1,6
Y	WO 2013130363 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 06 September 2013 (2013-09-06) the whole document	1,6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 November 2018		Date of mailing of the international search report 05 December 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Kelly, Derek Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/066169

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015049443	A1	19 February 2015	CN	104377177	A	25 February 2015
				DE	102014111533	A1	19 February 2015
				US	2015049443	A1	19 February 2015

EP	0652692	A1	10 May 1995	AT	164482	T	15 April 1998
				DE	4337960	A1	11 May 1995
				EP	0652692	A1	10 May 1995
				JP	H07183632	A	21 July 1995

WO	2013130363	A1	06 September 2013	CN	104704928	A	10 June 2015
				EP	2820925	A1	07 January 2015
				KR	20140131571	A	13 November 2014
				TW	201346944	A	16 November 2013
				US	2013230755	A1	05 September 2013
				WO	2013130363	A1	06 September 2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066169

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05K1/14 ADD. H05K1/03 H05K1/05 H05K1/18 H05K3/32		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2015/049443 A1 (MEYER-BERG GEORG [DE]) 19. Februar 2015 (2015-02-19)	1-4,6,7
A	Absätze [0034], [0035], [0060], [0071], [0075]; Abbildung 6 Absätze [0036] - [0037], [0040], [0050]	5,8,9
Y	EP 0 652 692 A1 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG [DE]; PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 10. Mai 1995 (1995-05-10) das ganze Dokument	1,6
Y	WO 2013/130363 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 6. September 2013 (2013-09-06) das ganze Dokument	1,6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
27. November 2018		05/12/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kelly, Derek

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066169

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015049443	A1	CN 104377177 A	25-02-2015
		DE 102014111533 A1	19-02-2015
		US 2015049443 A1	19-02-2015

EP 0652692	A1	AT 164482 T	15-04-1998
		DE 4337960 A1	11-05-1995
		EP 0652692 A1	10-05-1995
		JP H07183632 A	21-07-1995

WO 2013130363	A1	CN 104704928 A	10-06-2015
		EP 2820925 A1	07-01-2015
		KR 20140131571 A	13-11-2014
		TW 201346944 A	16-11-2013
		US 2013230755 A1	05-09-2013
		WO 2013130363 A1	06-09-2013
