



(10) **DE 10 2017 126 716 B4** 2021.07.22

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 126 716.6**  
(22) Anmeldetag: **14.11.2017**  
(43) Offenlegungstag: **16.05.2019**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **22.07.2021**

(51) Int Cl.: **H01L 23/32 (2006.01)**  
**H01L 23/48 (2006.01)**  
**H01L 23/36 (2006.01)**  
**H01L 23/10 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

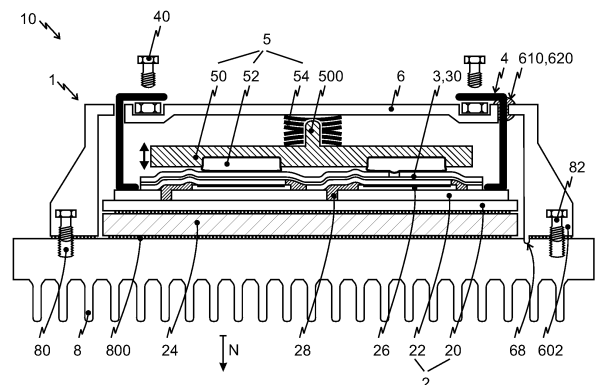
(73) Patentinhaber:  
**Semikron Elektronik GmbH & Co. KG, 90431  
Nürnberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 10 2015 114 188 A1**

(72) Erfinder:  
**Kalkmann, Bernhard, 91126 Schwabach, DE;  
Popp, Rainer, 91580 Petersaurach, DE; Lederer,  
Marco, 90453 Nürnberg, DE; Schwarz, Roland,  
92533 Wernberg-Köblitz, DE**

(54) Bezeichnung: **Anordnung mit einem Leistungshalbleitermodul mit einer Schalteinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Anordnung (10) mit einem Leistungshalbleitermodul (1) mit einer Schalteinrichtung (100), die ein Substrat (2), eine Verbindungseinrichtung (3) und Anschlusseinrichtungen (4) aufweist und mit einer in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) beweglich angeordneten Druckeinrichtung (5), wobei das Substrat (2) gegeneinander elektrisch isolierte Leiterbahnen (22) aufweist, wobei auf einer Leiterbahn (22) ein Leistungshalbleiterbauelement (26) angeordnet und elektrisch leitend damit verbunden ist, wobei die Schalteinrichtung (100) mittels der Verbindungseinrichtung (3) intern schaltungsgerecht verbunden ist, wobei die Druckeinrichtung (5) einen starren Grundkörper (50) einen elastischen Druckkörper (52) und genau einen Federkörper (54) aufweist, wobei der elastische Druckkörper (52) in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) auf das Substrat hin aus dem Grundkörper (50) hervorragt und wobei der Federkörper (54) sich gegen ein gegenüber dem Substrat unbewegliches Widerlager abstützt und den Druckkörper (52) in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) in Richtung auf das Substrat hin und somit mittelbar oder unmittelbar gegen das Substrat drückt, mit einer Befestigungseinrichtung (602) und mit einem Befestigungsmittel (82), wobei das Befestigungsmittel (82) in die Befestigungseinrichtung (602), die Teil eines Gehäuses (6) ist, eingreift und somit das Leistungshalbleitermodul (1) auf einem Befestigungskörper (8) fixiert und hierbei ...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung beschreibt eine Anordnung mit einem Leistungshalbleitermodul mit mindestens einer Schalteinrichtung, das auch die Basiszelle des Leistungshalbleitersystems bilden kann.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik, beispielhaft offenbart in der DE 10 2014 106 570 A1, ist ein Leistungshalbleitermodul und eine Anordnung hiermit bekannt, wobei das Leistungshalbleitermodul ausgebildet ist mit einem Gehäuse, einer Schalteinrichtung mit einem dem Gehäuse verbundenen Substrat, einem hierauf angeordneten Leistungshalbleiterbauelement, einer Verbindungseinrichtung, Lastanschlusseinrichtungen und einer gegen das Gehäuse beweglich ausgebildeten Druckeinrichtung. Hierbei weist das Substrat eine erste mittige Durchgangsöffnung sowie gegeneinander elektrisch isolierte Leiterbahnen auf, wobei auf einer Leiterbahn ein Leistungshalbleiterbauelement angeordnet ist. Hierbei weist die Verbindungseinrichtung eine erste und eine zweite Hauptfläche auf und ist mit einer elektrisch leitenden Folie ausgebildet. Weiterhin weist die Druckeinrichtung einen elastischen Druckkörper mit einer zweiten zur ersten fluchtenden Durchgangsöffnung und mit einer ersten Ausnehmung auf aus der ein Druckelement hervorstehend angeordnet ist, wobei das Druckelement auf einen Abschnitt der zweiten Hauptfläche der Verbindungseinrichtung drückt und hierbei dieser Abschnitt in Projektion entlang der Normalenrichtung des Substrats innerhalb der Fläche des Leistungshalbleiterbauelements angeordnet ist. Hierbei sind die erste und zweite Durchgangsöffnung dazu ausgebildet ein Befestigungsmittel aufzunehmen, das das Leistungshalbleitermodul in der Anordnung auf einer Kühleinrichtung kraftschlüssig befestigt.

**[0003]** Aus der DE 10 2015 114 188 A1 ist ein Submodul bekannt, das ausgebildet ist mit einem Substrat, mit einem Leistungshalbleiterbauelement, mit einer Verbindungseinrichtung, mit einer Anschlusseinrichtung und mit einem Isolierstoffkörper. Hierbei weist das Substrat gegeneinander elektrisch isolierte Leiterbahnen auf, wobei auf einer Leiterbahn das Leistungshalbleiterbauelement angeordnet und damit elektrisch leitend verbunden ist. Die Verbindungseinrichtung ist als Folienverbund ausgebildet und bildet somit eine erste dem Leistungshalbleiterbauelement und dem Substrat zugewandte Hauptfläche und eine der ersten gegenüberliegende, zweite Hauptfläche aus, wobei das Submodul mittels der Verbindungseinrichtung intern schaltungsgerecht verbunden ist. Der Isolierstoffkörper weist einen ersten Teilkörper auf, der mit einem Rand des Substrats verbunden ist und weist weiterhin eine erste Ausnehmung für das Anschlusselement auf. Der Isolierstoffkörper weist ebenfalls einen zweiten Teilkörper auf, der als ein Druckkörper ausgebildet ist und eine zwei-

te Ausnehmung aufweist aus der ein Druckelement hervorstehend angeordnet ist. Der erste Teilkörper ist mit dem zweiten Teilkörper derart verbunden, dass dieser zweite Teilkörper gegenüber dem ersten Teilkörper in Richtung zum Substrat beweglich angeordnet ist um mit dem Druckelement auf einen Abschnitt der zweiten Hauptfläche des Folienverbunds zu drücken, wobei dieser Abschnitt in Projektion entlang der Normalenrichtung des Leistungshalbleiterbauelements innerhalb der Fläche des Leistungshalbleiterbauelements angeordnet ist.

**[0004]** In Kenntnis der genannten Gegebenheiten liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde eine Anordnung mit einem Leistungshalbleitermodul mit mindestens einer Schalteinrichtung vorzustellen, wobei eine Druckeinleitung auf die Schalteinrichtung besonders effektiv erfolgt.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0006]** Das Leistungshalbleitermodul der erfindungsgemäßen Anordnung ist ausgebildet mit einer Schalteinrichtung, die ein Substrat, eine Verbindungseinrichtung und Anschlusseinrichtungen, wie vorzugsweise Last- und Hilfsanschlusseinrichtungen, aufweist und mit einer in Normalenrichtung des Substrats beweglich angeordneten Druckeinrichtung, wobei das Substrat gegeneinander elektrisch isolierte Leiterbahnen aufweist, wobei auf einer Leiterbahn ein Leistungshalbleiterbauelement angeordnet und elektrisch leitend damit verbunden ist, wobei die Schalteinrichtung mittels der Verbindungseinrichtung intern schaltungsgerecht verbunden ist, wobei die Druckeinrichtung einen starren Grundkörper einen elastischen Druckkörper und genau einen Federkörper oder eine Mehrzahl von Federkörpern aufweist, wobei der elastische Druckkörper in Normalenrichtung des Substrats auf das Substrat hin aus dem Grundkörper hervorragt und wobei der Federkörper sich gegen ein gegenüber dem Substrat unbewegliches Widerlager abstützt und den Druckkörper in Normalenrichtung des Substrats in Richtung auf das Substrat hin und somit mittelbar oder unmittelbar gegen das Substrat und somit auch auf die Schalteinrichtung drückt.

**[0007]** Der Begriff „unbewegliches Widerlager“ bezieht sich selbstverständlich auf den fertig aufgebauten Zustand, d.h. während der Montage eines derartigen Leistungshalbleitermoduls, insbesondere auf einem Befestigungskörper, ist diese Bedingung noch nicht erfüllt. Unter „unmittelbarem Drücken auf das Substrat“ soll insbesondere verstanden werden, dass der Druck ohne weiteren körperlichen Gegenstand direkt auf eine Leiterbahn, oder allgemeiner einen Teil des Substrats erfolgt. Unter „mittelbarem Drücken auf

das Substrat“ soll insbesondere verstanden werden, dass der Druck über einem körperlichen Gegenstand, wie ein Leistungshalbleiterbauelement und / oder eine Verbindungseinrichtung indirekt auf das Substrat erfolgt.

**[0008]** Vorzugsweise ist der Federkörper als eine Tellerfeder, oder als ein Stapel aus einer Mehrzahl von Tellerfedern ausgebildet.

**[0009]** Hierbei können bei einer Mehrzahl von Tellerfedern diese insbesondere für die Montage zu einer Baugruppe zusammengefasst sein. Insbesondere können die Tellerfedern klebtechnisch oder mittels einer elastischen Umfassung miteinander verbunden sein.

**[0010]** Insbesondere bevorzugt ist es, wenn der Grundkörper auf seiner dem Substrat abgewandten Seite ein Positionierelement, insbesondere ein hülsen- oder zapfenartiges Positionierelement, aufweist, zu dem die mindestens eine Tellerfeder angeordnet ist und damit eine Bewegung der Tellerfeder senkrecht zur Normalenrichtung, also nicht in Richtung ihrer Federwirkung, beschränkt. Dies dient insbesondere zur Positionierung und Halterung der Tellerfedern zu den übrigen Komponenten ohne die Federwirkung zu beeinträchtigen. Alternativ, oder auch zusätzlich hierzu, kann das Widerlager auf seiner dem Substrat zugewandten Seite ein im Grunde gleichwirkendes Positionierelement, insbesondere ein hülsen- oder zapfenartiges Positionierelement, aufweisen zu dem die mindestens eine Tellerfeder angeordnet ist. In einer speziellen Ausgestaltung hiervon ist das Widerlager als Schraube ausgebildet, die sowohl die Druckeinrichtung wie auch das Substrat durch zueinander fluchtende erste und zweite Ausnehmungen durchdringt. Die Schraube, oder zumindest ein Teil der Schraube bildet hierbei den oben genannten Zapfen aus.

**[0011]** Weiterhin ist es bevorzugt, wenn ein Gehäuse die Schalteinrichtung und vorzugsweise auch die Druckeinrichtung, wiederum vorzugsweise becherartig, umschließt. Hierbei kann das Widerlager als ein Teil des Gehäuses ausgebildet sein.

**[0012]** Es kann auch vorteilhaft sein, wenn das Gehäuse Ausnehmungen aufweist, durch die die Anschlüsselemente hindurchreichen und wobei erste Dichteinrichtungen in den Ausnehmungen angeordnet sind, die dazu ausgebildet sind einen Innenraum vor Spritzwasser zu schützen.

**[0013]** Das genannte Gehäuse ist nicht zwangsläufig als ein das Substrat allseits umschließendes Gehäuse ausgebildet, wie es fachüblich für ein Leistungshalbleitermodul ist. Das Gehäuse kann, insbesondere falls das Leistungshalbleitermodul Teil eines größeren Systems ist, insbesondere mit einer Mehr-

zahl von Leistungshalbleitermodulen, auch als ein skeletartiges Gehäuse ausgebildet sein. Hierbei sind dann nur wesentliche und notwendige Teile des Gehäuses ausgebildet, wobei insbesondere geschlossene Seitenflächen nicht notwendig sind. Der Schutz des Innenraums vor Spritzwasser wird dann nicht alleine durch das Gehäuse, sondern durch weitere Komponenten hergestellt.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die oben genannte Verbindungseinrichtung als Folienstapel mit mindestens einer elektrisch leitenden und mindestens einer elektrisch isolierenden Folie ausgebildet, wobei die leitenden Folien und die isolierenden Folien alternierend angeordnet sind. In einer Alternative kann die Verbindungseinrichtung als Metallformkörper, vorzugsweise als flächiger Metallformkörper oder als Bondband ausgebildet sein.

**[0015]** Der Grundkörper kann aus einem Isolierstoff, vorzugsweise einem hochtemperaturbeständigen, vorzugsweise thermoplastischen Kunststoff, insbesondere aus Polyphenylensulfid bestehen. Alternativ kann der Grundkörper auch aus einem Metallformkörper bestehen. Die elastischen Druckkörper können aus einem Elastomer, vorzugsweise einem Silikonelastomer, insbesondere aus einem vernetzten Flüssig-Silikon, bestehen.

**[0016]** Die erfindungsgemäße Anordnung ist ausgebildet mit einem oben beschriebenen Leistungshalbleitermodul mit einer Befestigungseinrichtung und mit einem Befestigungsmittel, wobei das Befestigungsmittel in die Befestigungseinrichtung, die Teil eines Gehäuses ist, eingreift und somit das Leistungshalbleitermodul auf dem Befestigungskörper fixiert und hierbei das Widerlager einen ersten Druck auf den Federkörper ausübt und wobei der Federkörper einen zweiten Druck auf den Grundkörper der Druckeinrichtung ausübt, wodurch der elastische Druckkörper das Substrat auf den Befestigungskörper drückt.

**[0017]** Bevorzugt ist es weiterhin, wenn eine zweite Dichteinrichtung zwischen dem Gehäuse des Leistungshalbleitermoduls und dem Befestigungskörper angeordnet ist und diese vorzugsweise dazu ausgebildet ist einen Innenraum vor Spritzwasser zu schützen.

**[0018]** Hierbei ist es bevorzugt, wenn der Befestigungskörper als Kühleinrichtung ausgebildet ist.

**[0019]** Selbstverständlich können, sofern dies nicht explizit oder per se ausgeschlossen ist oder dem Gedanken der Erfindung widerspricht, die jeweils im Singular genannten Merkmale oder Gruppen von Merkmalen, beispielhaft die Leiterbahn und das Leistungshalbleiterbauelement, mehrfach in dem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul oder der Anordnung vorhanden sein.

**[0020]** Weitere Erläuterungen der Erfindung, vorteilhafte Einzelheiten und Merkmale, ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele der Erfindung, oder von jeweiligen Teilen hiervon.

**Fig. 1** zeigt eine erste Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls in einer erfindungsgemäßen Anordnung.

**Fig. 2** zeigt einen Ausschnitt einer nicht mit Druck beaufschlagten Druckeinrichtung eines Leistungshalbleitermoduls.

**Fig. 3** zeigt eine zweite Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls in einer erfindungsgemäßen Anordnung in Explosionsdarstellung.

**Fig. 4** zeigt eine dritte Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls in einer die Erfindung erläuternden Anordnung.

**Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen eine erfindungsgemäße Anordnung in dreidimensionaler Ansicht, wobei **Fig. 6** einen Schnitt von **Fig. 5** zeigt.

**[0021]** **Fig. 1** zeigt eine erste Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls **1** in einer erfindungsgemäßen Anordnung **10**. Dargestellt ist ein grundsätzlich fachüblich ausgebildetes Substrat **2** mit einem Isolierstoffkörper **20** und hierauf angeordneten jeweils elektrisch voneinander isolierten Leiterbahnen **22**, die im Betrieb unterschiedliche Potentiale, insbesondere Lastpotentiale, aber auch Hilfs-, insbesondere Schalt- und Messpotentiale, der Schalteinrichtung aufweisen. Konkret dargestellt sind hier drei Leiterbahnen **22** mit Lastpotentialen wie sie für eine Halbbrückentopologie typisch sind.

**[0022]** Auf zwei der Leiterbahnen **22** sind jeweils Leistungshalbleiterbauelemente **26**, hier Leistungsschalter angeordnet, die fachüblich als Einzelschalter, beispielhaft als MOS-FET, oder als IGBT mit antiparallel geschalteter Leistungsdiode, wie hier dargestellt, ausgebildet sind. Die Leistungshalbleiterbauelemente **26** sind hier jeweils stoffschlüssig ohne Beschränkung der Allgemeinheit und fachüblich, bevorzugt mittels einer Sinterverbindung, mit den Leiterbahnen **22** elektrisch leitend verbunden.

**[0023]** Die internen Verbindungen der Schalteinrichtung sind hier ausgebildet mittels einer Verbindungseinrichtung **3** aus einem fachüblichen Folienverbund **30**. Dieser Folienverbund **30** verbindet insbesondere die jeweiligen Leistungshalbleiterbauelemente **26**, genauer deren Kontaktflächen auf der dem Substrat **2** abgewandten Seite, mit Leiterbahnen **22** des Substrats **2**. In bevorzugter Ausgestaltung ist der Folienverbund **30** lokal mit den Kontaktflächen mittels einer Sinterverbindung stoffschlüssig verbunden. Selbstverständlich können gleichartig auch Verbindungen zwischen Leistungshalbleiterbauelementen **26** und

zwischen Leiterbahnen **22** des Substrats **2** ausgebildet werden. Insbesondere bei Drucksinterverbindungen ist es vorteilhaft, wie dargestellt, eine isolierende Masse **28** am Randbereich der Leistungshalbleiterbauelemente **26** anzuordnen. Diese isolierende Masse **28** kann auch in den Zwischenräumen zwischen den Leiterbahnen **22** angeordnet sein. Das Substrat **2** ist auf einer metallischen, vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ausgebildeten Grundplatte **24** angeordnet und stoffschlüssig damit verbunden. Hierzu kann das Substrat fachüblich auf seiner der Grundplatte zugewandten Seite noch eine weitere, hier nicht dargestellte, metallische Kaschierung aufweisen.

**[0024]** Zur externen elektrischen Anbindung weist das Leistungshalbleitermodul **1** Last- und Hilfsanschlusselemente **4** auf, wobei hier nur die Lastanschlusselemente dargestellt sind. Diese Lastanschlusselemente **4** sind rein beispielhaft als Metallformkörper ausgebildet, die mit einem Kontaktfuß mit einer Leiterbahn **22** des Substrats **2** stoffschlüssig, vorteilhafterweise ebenfalls mittels einer Sinterverbindung, verbunden sind. Die externe Verbindung wird hier fachüblich mittels einer Schraubverbindung **40** ausgebildet. Grundsätzlich können auch Teile der Verbindungseinrichtung **3** selbst als Last- oder Hilfsanschlusselemente ausgebildet sein. Die Hilfsanschlusselemente, wie Gate- oder Sensoranschlüsse, können im Übrigen fachüblich ausgebildet sein.

**[0025]** Das Leistungshalbleitermodul **1** weist weiterhin ein Gehäuse **6** auf, durch dessen Ausnehmungen **610** die Lastanschlusselemente **4** nach außen ragen, wobei in der jeweiligen Ausnehmung **610** eine erst Dichteinrichtung **620**, hier ausgebildet als ein vernetztes Silikongel, angeordnet ist, um das Innere des Leistungshalbleitermoduls **1** vor Spritzwasser zu schützen. Ein Randbereich des Gehäuses **6**, der die Befestigungseinrichtung **602** ausbildet, ist mit einem Befestigungskörper, hier einer Kühleinrichtung **8**, genauer einer Luftkühleinrichtung, mittels eines Befestigungsmittels, hier einer Schraubverbindung, verbunden. Diese Schraubverbindung ist ausgebildet mit einer Schraube **82**, dem Befestigungsmittel, angeordnet in einem mit einem Gewinde versehenen Sackloch **80** der Kühleinrichtung **8**. Zwischen Grundplatte **24** und Kühleinrichtung **8** ist eine pastöse wärme leitende Schicht **800** mit einer Dicke von ca. 10µm angeordnet. Das Gehäuse **6** weist weiterhin einen Zapfen **68** auf, der in eine zugeordnete Ausnehmung der Kühleinrichtung **8** hineinragt und dazu ausgebildet ist, insbesondere bei der Montage des Leistungshalbleitermoduls **1** im Rahmen der Anordnung **10**, ein Verdrehen des Gehäuses **6** gegen die Kühleinrichtung **8** zu verhindern.

**[0026]** Eine in Normalenrichtung N des Substrats **2** und beweglich zu diesem angeordnete Druckeinrichtung **5** weist einen Grundkörper **50** auf der starr, ins-

besondere biegefest, ausgebildet ist. Er ist hierzu aus einem hochtemperaturbeständigen Polyphenylensulfid ausgebildet und dadurch auch elektrisch isolierend. Dieser Grundkörper **50** weist auf seiner dem Substrat **2** zugewandten Seite eine Mehrzahl von Ausnehmungen auf, wobei in diesen Ausnehmungen und aus ihnen hervorragend jeweils ein elastischer Druckkörper **52** angeordnet ist. Der Grundkörper **50** weist weiterhin auf seiner dem Substrat **2** abgewandten Seite einen, hier einstückig mit dem Grundkörper ausgebildeten, Zapfen **500** auf, der ein Positionierelement ausbildet.

**[0027]** Eine Mehrzahl von gestapelten Tellerfedern **54** sind mit ihren Ausnehmungen auf diesem Zapfen **500** angeordnet und bilden den Federkörper der Druckeinrichtung **5** aus. Diese Tellerfedern **54** sind in Normalenrichtung N des Substrats **2** beweglich auf dem Zapfen **500** angeordnet. Andererseits verhindert der Zapfen **500** ein seitliches Verrutschen, also eine Bewegung senkrecht zur Normalenrichtung N dieser Tellerfedern **54**, insbesondere auch der einzelnen Tellerfedern zueinander. Das Gehäuse **6** des Leistungshalbleitermoduls **1** übt als Widerlager im montierten Zustand Druck auf die Tellerfedern **54** aus. Somit werden mittels der Tellerfedern **54** der Druckeinrichtung **5** deren Druckkörper **52** auf die Verbindungseinrichtung **3** und das Substrat **2** somit mittelbar auf die Grundplatte **24** gedrückt und es entsteht ein hervorragender thermischer Kontakt zwischen Substrat **2** und Grundplatte **24**, insbesondere zur Wärmeabfuhr aus den Leistungshalbleiterbauelementen **26**. Die Herstellung einer derartigen Druckeinrichtung **5**, also insbesondere die Anordnung der elastischen Druckkörper **52** in dem Grundkörper **50** erfolgt vorzugsweise mittels eines Zwei-Komponenten-Spritzgießverfahrens. Die elastischen Druckkörper **52** sind hierbei aus einem vernetzten Liquid-Silicon-Rubber (LSR) ausgebildet. Die Tellerfedern **54** werden zur Montage des Leistungshalbleitermoduls **1** einfach auf dem Zapfen **500** angeordnet.

**[0028]** Fig. **2** zeigt einen Ausschnitt einer nicht mit Druck beaufschlagten Druckeinrichtung **5** eines Leistungshalbleitermoduls. Diese unterscheidet sich von derjenigen Druckeinrichtung gemäß Fig. **1** dadurch, dass der Grundkörper **50** anstelle des Zapfens ein, oder nicht dargestellt, mehrere hülsenartige Positionierelemente **502** aufweist. Dieses hülsenartige Positionierelement **502** in dem eine Mehrzahl von Tellerfedern **54** angeordnet sind erfüllt die gleiche Funktion wie das zapfenartige Positionierelement gemäß Fig. **1** und ist einstückig mit dem Grundkörper **50** ausgebildet.

**[0029]** Fig. **3** zeigt eine zweite Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls **1** in einer erfindungsgemäßen Anordnung **10** in Explosionsdarstellung.

**[0030]** Das hier dargestellte Leistungshalbleitermodul **1** unterscheidet sich von dem unter Fig. **1** beschriebenen hauptsächlich dadurch, dass dieses Leistungshalbleitermodul **1** keine Grundplatte aufweist und dass hier die Anschlusselemente **4** als vorzugsweise fachüblich ausgebildete Press-fit-Kontakte ausgebildet sind. Weiterhin und ebenso ohne Beschränkung der Allgemeinheit ist hier die Verbindungseinrichtung **3** fachüblich ausgebildet mittels einer Mehrzahl von flächigen Metallformkörpern **32**. Zwischen dem Substrat **2** und der Kühleinrichtung **8** ist eine pastöse wärme leitende Schicht **800** mit einer Dicke von ca. 5µm angeordnet.

**[0031]** Das Gehäuse **6** weist hier zusätzlich ein zapfenartiges Positionierelement **600**, kurz einen Zapfen, auf, das im Grunde der oben beschriebenen Aufgabe, nämlich der Positionierung eines, als Stapel von Tellerfedern **54** ausgebildeten, Federkörpers dient. Der starre Grundkörper **50** der Druckeinrichtung **5** weist eine Ausnehmung **504** auf in die dieser Zapfen **600** des Gehäuses **6** nach der Montage hineinreicht und somit die Lage der Tellerfedern **54** in jeder Lage gesichert ist. Die Druckeinrichtung **5** weist weiterhin eine zusätzliche Metallage, ausgebildet als flächiger Metallkörper **506**, auf. Diese dient einer Stabilisierung des Grundkörpers **50** und ist auf dessen dem Substrat **2** abgewandten Oberfläche angeordnet.

**[0032]** Durch die Schraubverbindung **80**, **82** des Gehäuses **6** des Leistungshalbleitermoduls **1** mit der Kühleinrichtung **8** entsteht eine Druckkaskade. Das Gehäuse **6** übt hierbei einen ersten Druck **61** auf den Federkörper **54** der Druckeinrichtung **5** aus. Das Gehäuse **6** liegt hierbei mit seinem Randbereich, der hier auch die Befestigungseinrichtung **602** ausbildet, auf der Kühleinrichtung **8** auf. Somit ist das Gehäuse **6**, das hier das Widerlager für die gegenüber dem Substrat **2** in dessen Normalenrichtung N beweglichen Druckeinrichtung **5** ausbildet, nach der Montage des Leistungshalbleitermoduls **1** unbeweglich gegenüber dem Substrat **2**, das auf der Oberseite der Kühleinrichtung **8** aufliegt, angeordnet.

**[0033]** Der Federkörper **54** übt seinerseits einen zweiten Druck **62** auf den Grundkörper **50**, hier genauer auf den flächigen Metallkörper **506**, aus. Die im Grundkörper **50** angeordneten elastischen Druckkörper **52** üben einen dritten Druck **63** auf die Verbindungseinrichtung **3** aus. Die Verbindungseinrichtung **3** ist bei dieser Ausgestaltung des Leistungshalbleitermoduls **1** stoffschlüssig mit dem jeweiligen Leistungshalbleiterbauelement **26** verbunden. Ebenso ist das jeweilige Leistungshalbleiterbauelement **26** stoffschlüssig mit dem Substrat **2**, genauer einer zugeordneten Leiterbahn **22** des Substrats **2**, verbunden. Über diese Kombination aus Verbindungseinrichtung **3**, Leistungshalbleiterbauelement **26** und Substrat **2**

erfolgt die Weitergabe des nun vierten Drucks **64** auf die Kühleinrichtung **8**.

**[0034]** Die Druckrichtung dieser Druckkaskade verläuft in Normalenrichtung N des Substrats **2**. Diese Ausgestaltung stellt eine hervorragende, aber nicht zwangsläufig einzig mögliche, Ausgestaltung der Druckkaskade dar, da hierbei der Kontakt zwischen dem Substrat **2** und der Kühleinrichtung **8** dort am höchsten ist, wo in Normalenrichtung N betrachtet das Leistungshalbleiterbauelement **26** fluchtend angeordnet ist. Hierbei kann die im Betrieb durch dieses Leistungshalbleiterbauelement **26** erzeugte Wärme optimal auf die Kühleinrichtung **8** abgeführt werden, da der Druckkontakt dort, nämlich im Bereich des Leistungshalbleiterbauelements **26** am größten ist und somit der effizienteste thermische Kontakt erzeugt wird.

**[0035]** Wesentlich für die hervorragende Funktion ist, dass der Druck der Druckkörper **52** auf das Substrat **2** bei unterschiedlichen Temperaturen konstant gehalten wird. Dies wird durch die Verwendung der gestapelten Tellerfedern **54** erreicht. Üblicherweise nimmt der durch die Druckkörper **52** ausgeübte Druck bei steigender Temperatur zu. Dem wirken die Tellerfedern **54** bei geeigneter Auslegung und Anzahl entgegen, indem sie den steigenden Druck bei steigenden Temperatur ausgleichen.

**[0036]** Fig. **4** zeigt eine dritte Ausgestaltung eines Leistungshalbleitermoduls **1** in einer die Erfindung erläuternden Anordnung **10** noch ohne Druckeinleitung. Dieses Leistungshalbleitermodul **1** unterscheidet sich von der Ausgestaltung gemäß Fig. **3** dadurch, dass sie nicht notwendigerweise, wie hier dargestellt ein Gehäuse aufweist. Weiterhin unterschiedlich ist die Art der Druckeinleitung.

**[0037]** Der Grundkörper **50** der Druckeinrichtung **5**, wie auch das Substrat **2** und falls notwendig auch die Verbindungseinrichtung **3** weisen jeweils zueinander fluchtend eine durchgehende Ausnehmung **208**, **508** auf, durch die eine Schraube **84** hindurchreicht. Diese Schraube **84** ist dazu ausgebildet in einem mit den genannten Ausnehmungen **208**, **508** fluchtenden Sackloch **80** der Kühleinrichtung **8** angeordnet und mittels des dortigen Gewindes fixiert zu werden.

**[0038]** Die Schraube **84**, genauer der Schraubenkopf, dient also hier als Widerlager der Druckeinleitung auf die Druckeinrichtung **5**, präziser auf die oberste Tellerfeder einer gestapelten Anordnung von mehreren Tellerfedern **54**. Der erste Teil des Schraubenschafts bildet hier gleichzeitig das zapfenartige Positionierelement aus. Durch die Anordnung der Schraube **84** sind die Tellerfedern **54** in ihrer Bewegung senkrecht zur Normalenrichtung N des Substrats **2** beschränkt.

**[0039]** Fig. **5** und Fig. **6** zeigen eine erfindungsgemäße Anordnung **10** in dreidimensionaler Ansicht, wobei Fig. **6** einen Schnitt von Fig. **5** zeigt. Dargestellt ist ein Befestigungskörper **8** ausgebildet als eine Kühleinrichtung, hier eine Luftkühleinrichtung, auf der eine Schalteinrichtung mit einem Substrat **2** mit einer Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen und einer Verbindungseinrichtung angeordnet sind. Dieses Substrat **2** wird durch eine Druckeinrichtung mit einem starren Grundkörper **50**, einer Mehrzahl von elastischen Druckkörpern und einem Federkörper **54** auf die Kühleinrichtung **8** gedrückt. Das Leistungshalbleitermodul **1** weist weiterhin Last- und Hilfsanschlusselemente **4** auf.

**[0040]** Die Druckeinleitung erfolgt mittels eines das Gehäuse **6** des Leistungshalbleitermoduls **1** ausbildenden Metallformkörpers, der das Substrat **2** becherartig überdeckt und einen parallel zur Oberfläche der Kühleinrichtung **8** verlaufenden Rand aufweist. In dem Bereich oberhalb des Substrats **2** sind in dieser Ausgestaltung eine Mehrzahl von durchgehenden Ausnehmungen **610** in dem Gehäuse **6** angeordnet, durch die Last- und Hilfsanschlusselemente **4** hindurchragen. Zwischen den Rändern diese Ausnehmungen **610** und den zugeordneten Last- und Hilfsanschlusselementen **4** sind fachüblich ausgestaltete ersten Dichteinrichtungen **620** angeordnet, die ein Eindringen von Spritzwasser durch diese Ausnehmungen **610** verhindern.

**[0041]** Zwischen dem Rand des Metallformkörpers **6** und der Oberfläche der Kühleinrichtung **8** ist eine zweite Dichteinrichtung **640** angeordnet, die dazu ausgebildet ist an dieser Stelle den Innenraum des Leistungshalbleitermoduls **1** vor Spritzwasser zu schützen.

**[0042]** Mittels der ersten und zweiten Dichteinrichtung **620**, **640** ist der gesamte Innenraum des Leistungshalbleitermoduls **1** in dieser Anordnung **10** mit der Kühleinrichtung **8** vor Spritzwasser, gemäß IP67, sicher geschützt. Je nach Bedarf kann die Schutzklasse mit gleichartigen ersten und zweiten Dichteinrichtungen auch an andere Schutzklassen, wie beispielsweise IP65 oder auch IP **68** angepasst werden.

**[0043]** Durch Ausnehmungen des Rands, die die Befestigungseinrichtung ausbilden, hindurchreichend sind in den Ecken des Metallformkörpers **8** als Schrauben **82** ausgebildete Befestigungsmittel angeordnet, die den Metallformkörper **6** auf der Kühleinrichtung **8** fixieren, die Abdichtung herstellen und den Druck auf den Federkörper **54** der Druckeinrichtung aufbauen.

**[0044]** Alle oben in den Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. **1** bis Fig. **6** genannten elastischen Druckkörper **52** bestehen aus vernetztem Flüssig-Silikon, während die Grundkörper **50** aus Polyphenyl-

lensulfid und die Federkörper, also die Tellerfedern 54, aus Federstahl bestehen.

### Patentansprüche

1. Anordnung (10) mit einem Leistungshalbleitermodul (1) mit einer Schalteinrichtung (100), die ein Substrat (2), eine Verbindungseinrichtung (3) und Anschlusseinrichtungen (4) aufweist und mit einer in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) beweglich angeordneten Druckeinrichtung (5), wobei das Substrat (2) gegeneinander elektrisch isolierte Leiterbahnen (22) aufweist, wobei auf einer Leiterbahn (22) ein Leistungshalbleiterbauelement (26) angeordnet und elektrisch leitend damit verbunden ist, wobei die Schalteinrichtung (100) mittels der Verbindungseinrichtung (3) intern schaltungsgerecht verbunden ist, wobei die Druckeinrichtung (5) einen starren Grundkörper (50) einen elastischen Druckkörper (52) und genau einen Federkörper (54) oder eine Mehrzahl von Federkörpern (54) aufweist, wobei der elastische Druckkörper (52) in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) auf das Substrat hin aus dem Grundkörper (50) hervorragt und wobei der Federkörper (54) sich gegen ein gegenüber dem Substrat unbewegliches Widerlager abstützt und den Druckkörper (52) in Normalenrichtung (N) des Substrats (2) in Richtung auf das Substrat hin und somit mittelbar oder unmittelbar gegen das Substrat drückt, mit einer Befestigungseinrichtung (602) und mit einem Befestigungsmittel (82), wobei das Befestigungsmittel (82) in die Befestigungseinrichtung (602), die Teil eines Gehäuses (6) ist, eingreift und somit das Leistungshalbleitermodul (1) auf einem Befestigungskörper (8) fixiert und hierbei das Widerlager einen ersten Druck (61) auf den Federkörper (54) ausübt und wobei der Federkörper (54) einen zweiten Druck (62) auf den Grundkörper (50) der Druckeinrichtung (5) ausübt, wodurch der elastische Druckkörper (52) das Substrat (2) auf den Befestigungskörper (8) drückt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei der Federkörper (54) als eine Tellerfeder, oder als ein Stapel aus einer Mehrzahl von Tellerfedern ausgebildet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei der Grundkörper (50) auf seiner dem Substrat (2) abgewandten Seite ein Positionierelement (500, 502), insbesondere ein hülsen- oder zapfenartiges Positionierelement, aufweist, zu dem die mindestens eine Tellerfeder (54) angeordnet ist und damit eine Bewegung der Tellerfeder (54) senkrecht zur Normalenrichtung (N) beschränkt.

4. Anordnung nach Anspruch 2, wobei das Widerlager auf einer dem Substrat (2) zugewandten Seite ein Positionierelement (600), insbesondere ein hülsen- oder zapfenartiges Positionierelement, aufweist

zu dem die mindestens eine Tellerfeder (54) angeordnet ist.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (6) die Schalteinrichtung und vorzugsweise auch die Druckeinrichtung, vorzugsweise becherartig, umschließt.

6. Anordnung nach Anspruch 5, wobei das Widerlager als ein Teil des Gehäuses (6) ausgebildet ist.

7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Gehäuse (6) aus einem metallischen Werkstoff ausgebildet ist.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei das Gehäuse (6) Ausnehmungen (610) aufweist, durch die die Anschlusselemente (4) hindurchreichen und wobei erste Dichteinrichtungen (620) in den Ausnehmungen (610) angeordnet sind, die dazu ausgebildet sind einen Innenraum vor Spritzwasser zu schützen.

9. Anordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine zweite Dichteinrichtung (640) zwischen dem Gehäuse (6) des Leistungshalbleitermoduls (1) und dem Befestigungskörper (8) angeordnet ist und die vorzugsweise dazu ausgebildet ist einen Innenraum vor Spritzwasser zu schützen.

10. Anordnung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Befestigungskörper (8) als Kühleinrichtung ausgebildet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

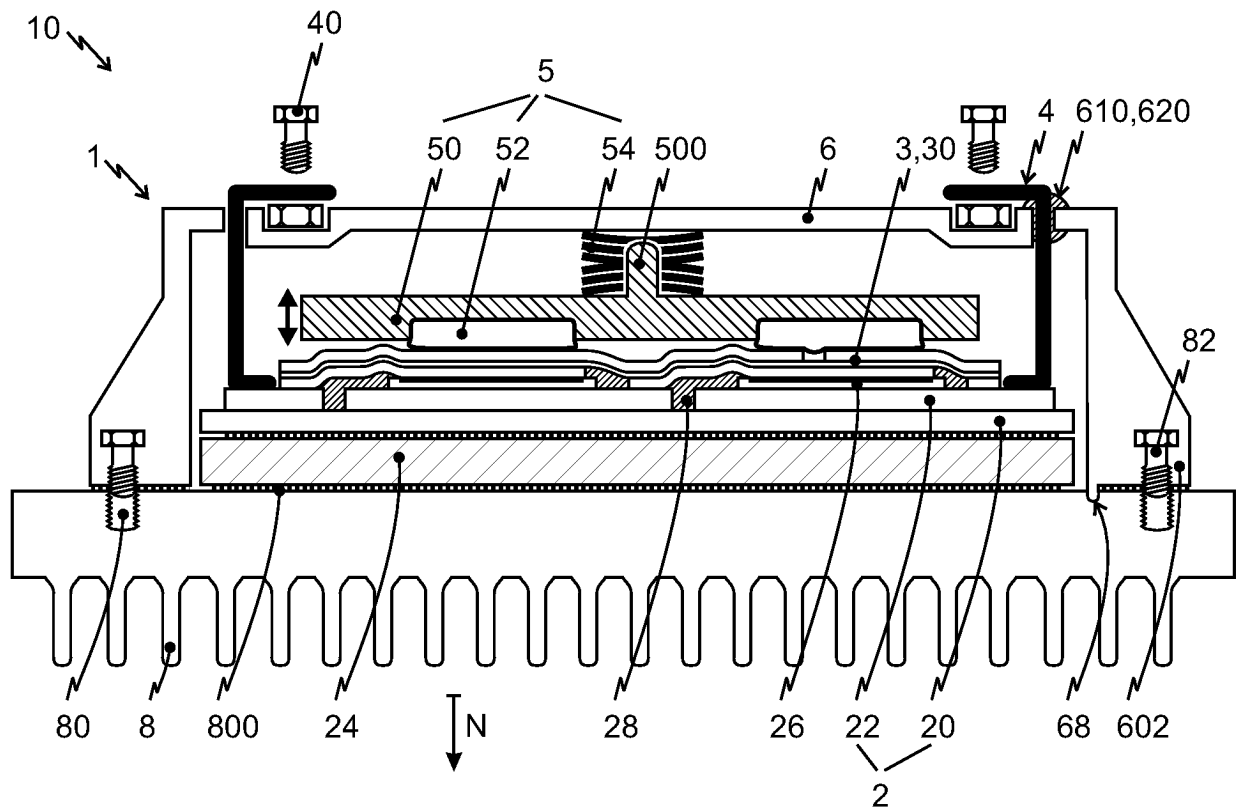


Fig. 1

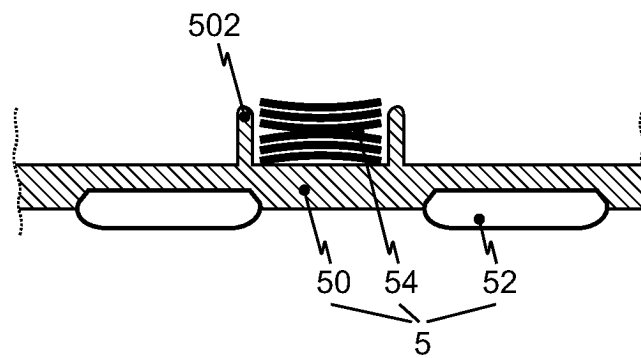


Fig. 2



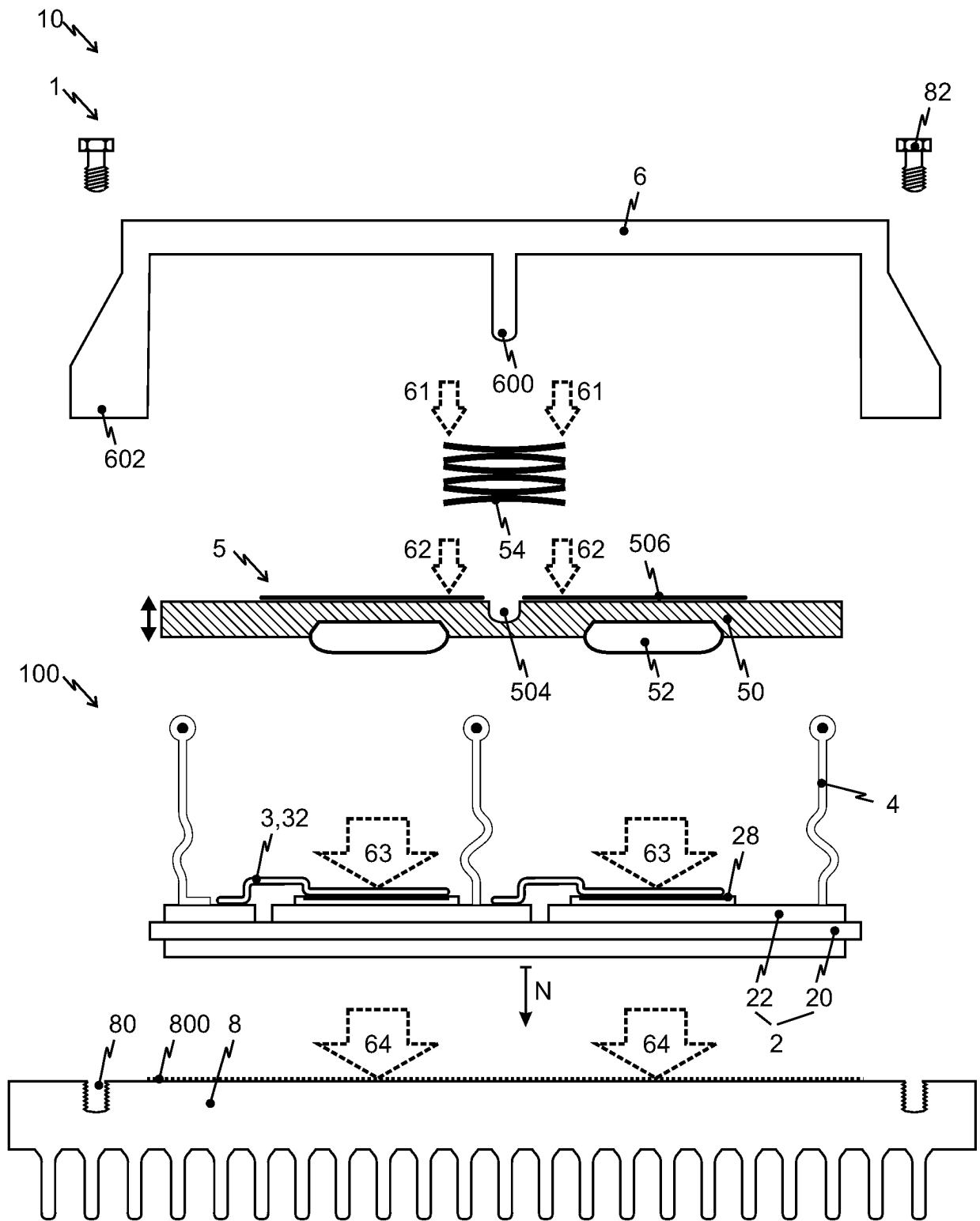


Fig. 3

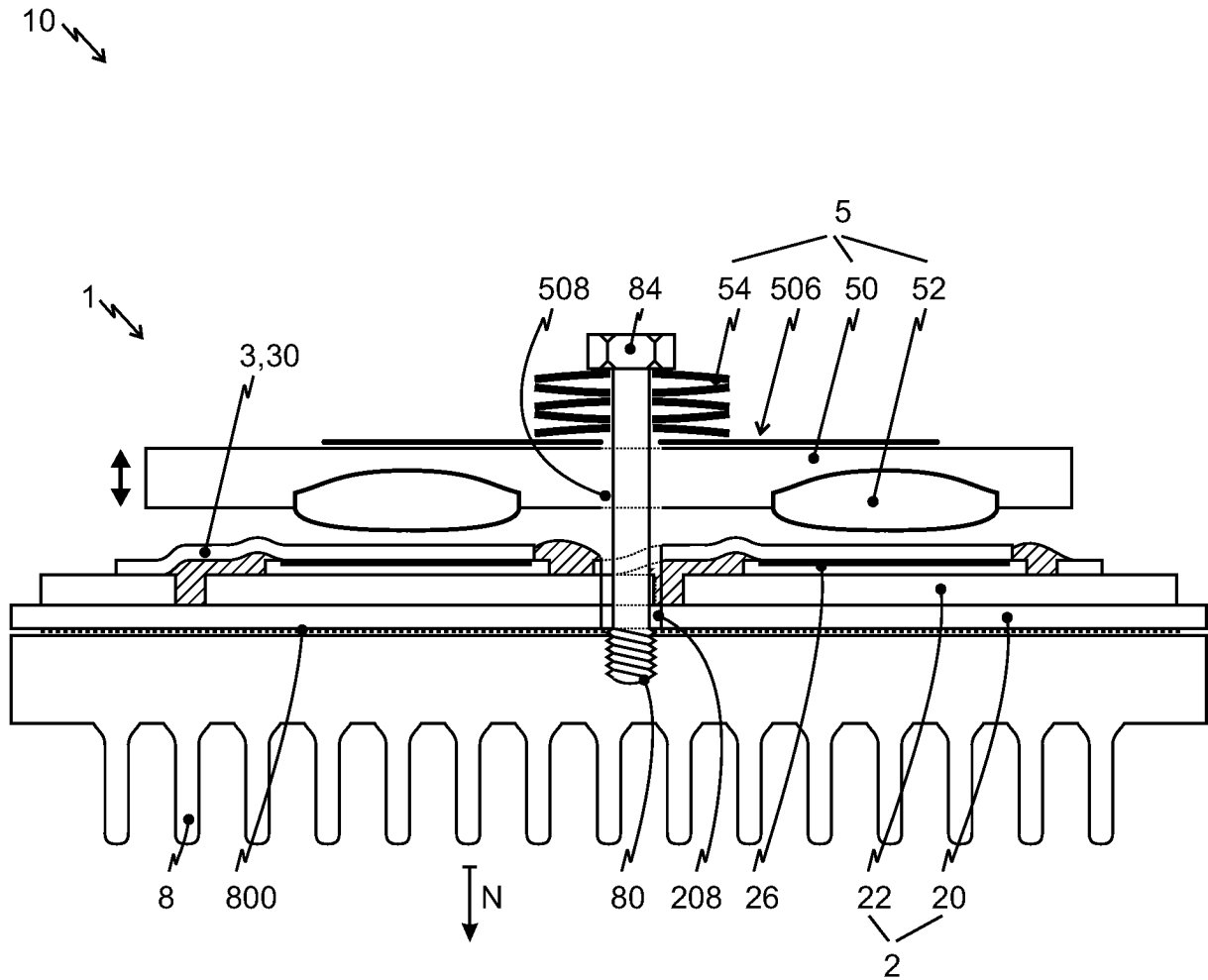


Fig. 4

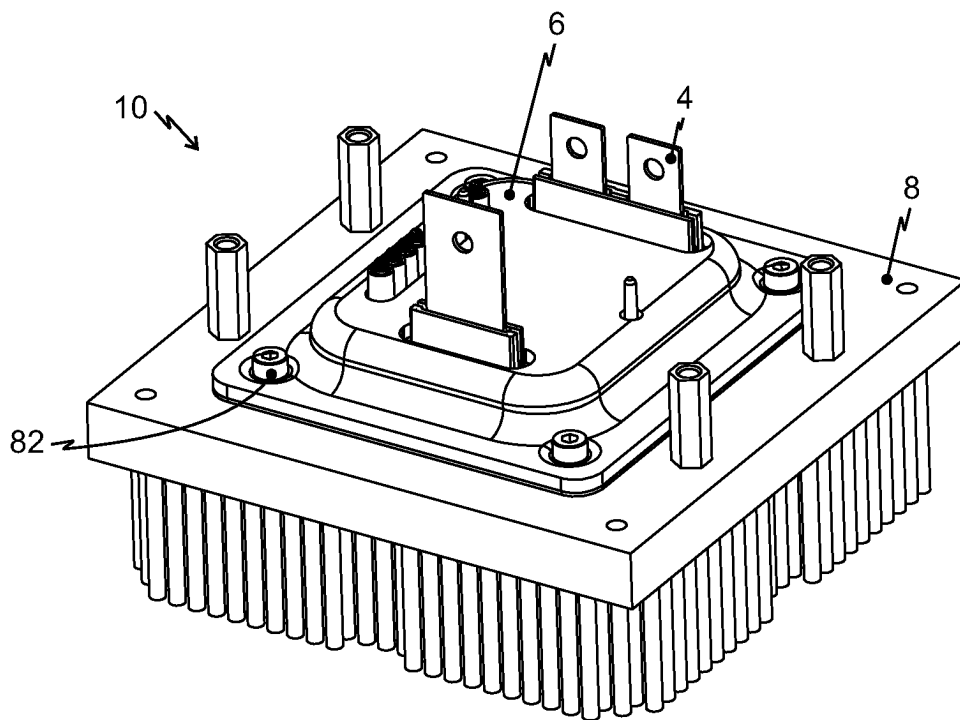


Fig. 5

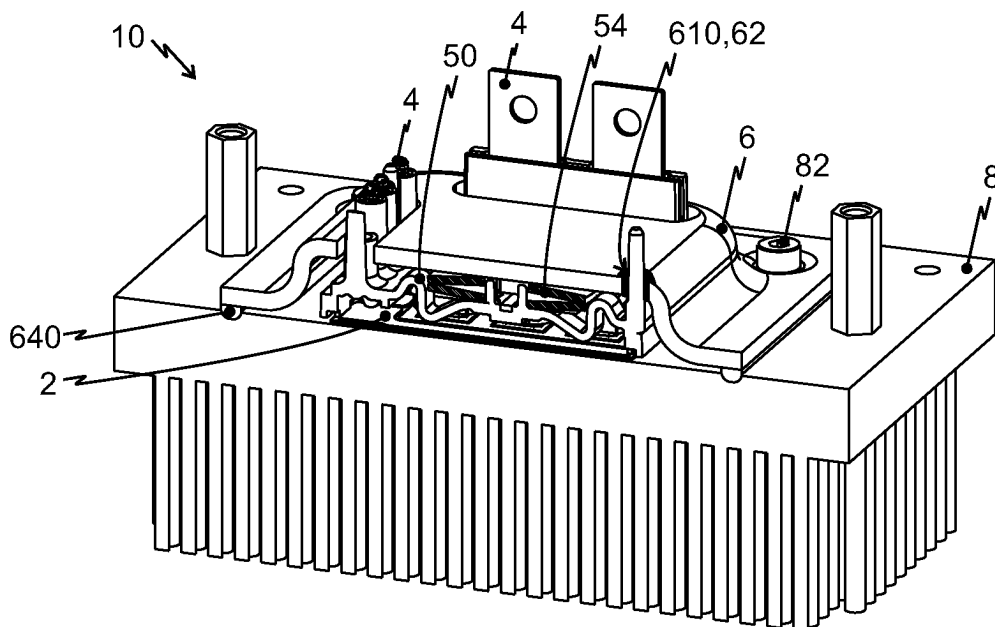


Fig. 6