



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 006 421 A1** 2007.08.23

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 006 421.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2006**

(43) Offenlegungstag: **23.08.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/053** (2006.01)

**H01L 25/07** (2006.01)

**H01L 23/48** (2006.01)

(71) Anmelder:

**SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG, 90431  
Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:

**Lederer, Marco, 90453 Nürnberg, DE; Popp,  
Rainer, 91580 Petersaurach, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 196 30 173 C2**

**DE10 2004 025609 A1**

**DE 197 19 703 A1**

**DE 42 37 632 A1**

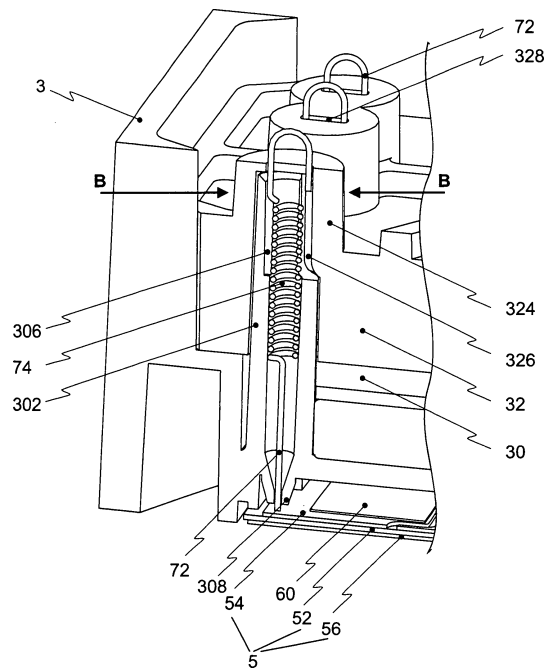
**EP 16 48 029 A2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitermodul und zugehöriges Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul mit einem ersten Kunststoffformkörper, nach außen führenden Anschlusselementen und einem zweiten Kunststoffformkörper, wobei mindestens ein Anschlusselement als eine Kontaktfeder mit einer ersten Kontakteinrichtung, einem federnden Abschnitt und einer zweiten Kontakteinrichtung ausgebildet ist. Der erste Kunststoffformkörper weist mindestens einen senkrecht zu einem Substrat angeordneten Schacht zur Aufnahme eines Anschlusselements auf. Dieser Schacht weist eine seitliche Ausnehmung zur verdrehsicheren Anordnung des Anschlusselements und eine Aussparung für einen zugeordneten Teilkörper des zweiten Kunststoffformkörpers auf, wobei dieser Teilkörper ebenfalls eine seitliche Ausnehmung und auf der dem Substrat zugewandten Seite eine Ausnehmung für die erste Kontakteinrichtung des Anschlusselements aufweist und diese hier hindurch reicht.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul in Druckkontaktausführung sowie ein zugehöriges Herstellungsverfahren. Einen Ausgangspunkt der Erfindung bilden Leistungshalbleitermodule wie sie beispielhaft aus der DE 197 19 703 A1 bekannt sind.

**[0002]** Derartige Leistungshalbleitermodule bestehen nach dem Stand der Technik aus einem Gehäuse mit mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat vorzugsweise zur direkten Montage auf einem Kühlbauteil. Das Substrat seinerseits besteht aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl darauf befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen und hierauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen. Weiterhin weisen die bekannten Leistungshalbleitermodule Anschlusselemente für externe Last- und Hilfsanschlüsse sowie im Inneren angeordnete Verbindungselemente auf. Diese Verbindungselemente für schaltungsgerechte Verbindungen im Inneren des Leistungshalbleitermoduls sind meist als Drahtbondverbindungen ausgebildet.

**[0003]** Ebenfalls bekannt sind druckkontaktierte Leistungshalbleitermodule, wie sie aus der DE 42 37 632 A1 bekannt sind. In dieser Druckschrift weist die Druckeinrichtung ein stabiles, vorzugsweise metallisches, Druckelement zum Druckaufbau, ein elastisches Kissen-Element zur Druck-Speicherung und ein Brückenelement zur Druckeinleitung auf gesonderte Bereiche der Substratoberfläche auf. Das Brückenelement ist vorzugsweise ausgestaltet als ein Kunststoffformkörper mit einer dem Kissen-Element zugewandten Fläche, von der eine Vielzahl von Druckfingern in Richtung der Substratoberfläche ausgehen.

**[0004]** Mittels einer derartigen Druckeinrichtung wird das Substrat auf ein Kühlbauteil gedrückt und somit der Wärmeübergang zwischen dem Substrat und dem Kühlbauteil dauerhaft sicher hergestellt. Das elastische Kissen-Element dient hierbei der Aufrechterhaltung konstanter Druckverhältnisse bei unterschiedlichen thermischen Belastungen und über den gesamten Lebenszyklus des Leistungshalbleitermoduls.

**[0005]** Aus der DE 10 2004 025 609 A1 ist ein Leistungshalbleitermodul mit einer Grundplatte und als Kontaktfedern ausgebildete Hilfsanschlusselementen bekannt. Gemäß dieser Druckschrift werden die Kontaktfedern zur sicheren elektrischen Kontaktierung mittels eines Deckels mit Druckbeaufschlagung. Hierbei sind die Kontaktfedern in einer nicht detailliert offen gelegten Halterung des Gehäuses angeordnet.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein

Leistungshalbleitermodul vorzustellen wobei die Anschlusselementen federnd ausgebildeten sind, gegen Herausfallen sowie gegen Verdrehen gesichert sind und das Leistungshalbleitermodul einer einfachen Herstellung zugänglich ist.

**[0007]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, durch die Maßnahmen der Merkmale des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0008]** Der erfinderische Gedanke geht aus von einer Anordnung eines Leistungshalbleitermoduls, vorzugsweise in Druckkontaktausführung zur Anordnung auf einem Kühlbauteil, mit mindestens einem Substrat, mindestens einem hierauf angeordneten steuerbaren Leistungshalbleiterbauelement, einem Gehäuse und nach außen führenden Last- und Hilfsanschlusselementen, wobei der Begriff Hilfsanschlusselemente auch Steueranschlüsse, wie beispielhaft Gateanschlüsse von IGBTs (insulated gate bipolar transistor) einschließt. Die Leistungshalbleiterbauelemente sind hierbei auf zueinander isoliert angeordnete Leiterbahnen des Substrats angeordnet und schaltungsgerecht verbunden.

**[0009]** Mindestens ein Anschlusselement ist als eine Kontaktfeder mit einer ersten Kontakteinrichtung, mindestens einem federnden Abschnitt und einer zweiten Kontakteinrichtung ausgebildet. Das erfindungsgemäße Leistungshalbleitermodul weist weiterhin einen ersten und einen zweiten Kunststoffformkörper auf, wobei der erste Kunststoffformkörper mindestens einen senkrecht zum Substrat angeordneten Schacht zur Aufnahme eines Anschlusselements aufweist. Dieser Schacht weist eine seitliche Ausnehmung zur verdrehsicheren Anordnung des Anschlusselements sowie eine Aussparung für einen zugeordneten Teilkörper des zweiten Kunststoffformkörper auf. Dieser Teilkörper weist ebenfalls eine seitliche Ausnehmung und auf der dem Substrat abgewandten Seite eine parallel hierzu verlaufende Ausnehmung für die erste Kontakteinrichtung des Anschlusselements auf, wobei diese Kontakteinrichtung durch diese Ausnehmung hindurch reicht.

**[0010]** Die erfinderische Lösung wird an Hand der Ausführungsbeispiele der [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) weiter erläutert.

**[0011]** [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch ein Leistungshalbleitermodul gemäß dem Stand der Technik.

**[0012]** [Fig. 2](#) zeigt ein Anschlusselement eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls.

**[0013]** [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch eine Anordnung eines Anschlusselements des erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls.

[0014] [Fig. 4](#) zeigt in dreidimensionaler Explosionsdarstellung einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul.

[0015] [Fig. 5](#) zeigt in dreidimensionaler Darstellung einen detaillierten Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul.

[0016] [Fig. 1](#) zeigt ein Leistungshalbleitermodul (1) nach dem Stand der Technik mit einer Grundplatte (2) im Längsschnitt. Auf dieser Grundplatte (2) angeordnet sind ein rahmenartige Gehäuse (3) sowie zwei Substrate (5). Jedes Substrat (5) besteht aus einem Isolierstoffkörper (52) sowie aus metallischen Kaschierungen, die auf beiden Hauptflächen angeordnet sind. Die der Grundplatte (2) zugewandte metallische Kaschierung (56) ist flächig ausgebildet und in sich nicht strukturiert. Mittels einer Lötverbindung zwischen dieser Kaschierung (56) und der Grundplatte (2) werden diese zueinander fixiert. Demgegenüber ist die dem Inneren des Leistungshalbleitermoduls (1) zugewandte Kaschierung in sich strukturiert und bildet somit die Leiterbahnen (54) des Substrats (5) aus.

[0017] Auf diesen Leiterbahnen (54) sind die Leistungshalbleiterbauelemente (60) angeordnet. Die Leistungs- (40) und die Hilfsanschlüsse (70) bilden die elektrischen Anschlusselemente des Leistungshalbleitermoduls (1). Die Hilfsanschlüsse (70) sind als Kontaktfedern ausgebildet und bedürfen im Betrieb einer Druckbeaufschlagung zur sicheren elektrischen Kontaktierung. Die schaltungsgerechte Verbindung der Leistungshalbleiterbauelemente (60) mit den Leiterbahnen (54) ist als Drahtbondverbindung (62) ausgebildet.

[0018] Die Anschlusselemente (40) der Leistungsanschlüsse werden gebildet durch Metallformkörper, die an ihrem einen Ende löttechnisch mit der zugeordneten Leiterbahn (54) des Substrats (5) verbunden sind und an ihrem anderen Ende eine Ausnehmung zur Schraubverbindung aufweisen.

[0019] Das Gehäuse (3) des Leistungshalbleitermoduls (1) ist zweistückig ausgebildet. Ein erster rahmenartiger Teil des Gehäuses (3) umschließt die Substrate (5), während ein zweiter Teil den Deckel des Gehäuses (3) bildet. Dieser Deckel weist Ausformungen zur Positionierung und Fixierung der Hilfsanschlüsse (70) auf. Die Leistungsanschlüsse (40) werden jeweils in dem rahmenartigen Gehäuseteil fixiert. Das Leistungshalbleitermodul (1) ist zur inneren elektrischen Isolierung mit einem Silikongel (80) vergossen.

[0020] [Fig. 2](#) zeigt ein Anschlusselement (70) eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls (1). Das Anschlusselement ist als Kontaktfeder (70) mit einem einer ersten (72) und einer zweiten Kontakt-

einrichtung (76) ausgebildet. Zwischen beiden Kontakteinrichtungen (72, 76) ist der federnde Abschnitt (74), hier in bevorzugter Weise als Schraubenfeder ausgebildet, des Anschlusselements (70) angeordnet.

[0021] Die erste Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) ist bügelartig ausgebildet und weist zwei seitliche Längsabschnitte (720, 722) auf. Diese Längsabschnitte überragen den federnden mittleren Abschnitt (74) in seinem Durchmesser (vgl. [Fig. 3](#)). Diese bügelartige Kontakteinrichtung (72) ist besonders vorteilhaft zur Kontaktierung von Leiterbahnabschnitten auf Leiterplatten nach dem Stand der Technik, da hierbei die Oberfläche des Leiterbahnabschnitts durch die Kontakteinrichtung nicht beschädigt wird. Diese Ausgestaltung eines Anschlusselements (70) ist besonders bevorzugt, allerdings nicht beschränkt auf die Kontaktierung von Hilfsanschlüssen.

[0022] Die zweite Kontakteinrichtung (76) ist stiftartig ausgebildet, da diese Kontakteinrichtung (76) bevorzugt Leiterbahnen (54) des Substrats (5) kontaktiert. Diese Leiterbahnen (54) weisen eine deutlich größere Schichtdicke im Vergleich zu denjenigen von Leiterplatten auf, wodurch auch hier ein dauerhaft sicherer elektrischer Kontakt erreicht wird.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch eine Anordnung eines Anschlusselements des erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls (vgl. Schnitt B-B in [Fig. 5](#)). Dargestellt ist als Teil eines ersten Kunststoffformkörpers (30) ein senkrecht zum Substrat (5) angeordneter Schacht (302). In diesem Schacht (302) ist ein Anschlusselement (70) angeordnet, wobei dessen federnder Abschnitt (74) und auch dessen erste Kontakteinrichtung (72) dargestellt sind. Zur Aufnahme eines Längsabschnitts (722) dieser ersten Kontakteinrichtung (72) weist der Schacht (302) eine seitliche Ausnehmung (306) auf. Mittels dieser Ausnehmung ist das Anschlusselement (70) bereits verdrehsicher im Schacht angeordnet. Weiterhin weist der Schacht (302) eine Aussparung (304) auf.

[0024] Diese Aussparung (304) dient der Aufnahme eines zugeordneten Teilkörpers (324) eines zweiten Kunststoffformkörpers (32). Hierbei ist die Öffnung dieser Aussparung (304) vorteilhafterweise auf einen Öffnungswinkel (310) von weniger als 180 Grad begrenzt. Besonders vorteilhaft für den Herstellungsprozess des Leistungshalbleitermoduls (1) ist es den Öffnungswinkel (310) dieser Aussparung (304) derart auszuführen, dass ein seitliches Herauskippen des Anschlusselements (70) nicht möglich ist.

[0025] Der Teilkörper (324) des zweiten Kunststoffformkörpers (32), der innerhalb der Aussparung (304) des Schachts (302) angeordnet ist und zusammen mit diesem eine geeignet ausgeformte Aufnahmen

des Anschlusselements (70) bildet, weist ebenfalls eine seitliche Ausnehmung (326) auf. Diese dient ebenso wie diejenige (306) des Schachts (302) zur verdrehsicheren Ausbildung der Anordnung des Anschlusselements (70) in dieser Aufnahme.

**[0026]** Das Anschlusselement (70) ist verdrehsicher in der durch den Schacht (302) und den Teilkörper (324) gebildeten Aufnahme angeordnet, da die erste Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) bügel förmig ausgebildet ist und zwei seitliche Längsabschnitte (720, 722) aufweist, die den federnden Abschnitt (74) in seinem Durchmesser überragen.

**[0027]** Fig. 4 zeigt in dreidimensionaler Explosionsdarstellung einen Schnitt, vergleichbar der Schnittlinie A-A der Fig. 1, durch ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul (1). Dargestellt ist das durch das Gehäuse (3) umschlossene Substrat (5), hierüber angeordnet ein erster Kunststoffformkörper (30), der hier in bevorzugter Weise einstückig mit dem Gehäuse (3) ausgebildet ist. Der Kunststoffformkörper (30) weist eine Mehrzahl von Schächten (302) auf, in den die Anschlusselemente (70) hier Hilfsanschlusselemente angeordnet sind. Hierbei befindet sich ein Längsabschnitt (720, vgl. Fig. 2 oder Fig. 3) der ersten Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) in einer Ausnehmung (306) dieses Schachts (302).

**[0028]** Der dem Substrat (5) abgewandte Abschnitt eines Schachts (302) ist zusätzlich nochmals vergrößert dargestellt. Hierbei ist die Ausnehmung (306) zur Anordnung eines Längsabschnitts (720) einer bügel förmig ausgebildeten ersten Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) ebenso wie die Aussparung (306) zur Anordnung eines Teilkörpers (324) eines zweiten Kunststoffformkörpers (32) mit einer Ausnehmung (322) dargestellt. Weiterhin ist eine Phase am Rand des Schachts (302) zur vereinfachten Herstellung der Anordnung aus Schacht (302) und Anschlusselement (70) erkennbar.

**[0029]** Das dargestellte Leistungshalbleitermodul (1) ist in Druckkontaktausführung ausgebildet, wobei der zweite Kunststoffformkörper (32) vorteilhafterweise einen Teil der Druckeinrichtung ausbildet. Diejenigen Bereiche des zweiten Kunststoffformkörpers (32), die den Teilkörper (324) ausbilden weisen ebenfalls Ausnehmungen (326) zur Aufnahme von Längsabschnitten (722) der bügel förmig ausgebildeten ersten Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) auf. Weiterhin weist der zweite Kunststoffformkörper (32) mit dem Schacht (302) des ersten Kunststoffformkörpers (30) fluchtende Ausnehmungen (328) auf, durch welche die jeweils erste Kontakteinrichtung (72) der Anschlusselemente (70) hindurch reichen. Die jeweilige Ausnehmung (328) ist derart gestaltet, dass nur die erste Kontakteinrichtung (72) nicht aber der federnde Abschnitt (74) hindurch

reicht, wodurch das gesamte Anschlusselement (70) gegen herausfallen aus dem fertig montierten Leistungshalbleitermodul (1) gesichert ist.

**[0030]** Auf der dem Substrat (5) zugewandten Seite des ersten Kunststoffformkörpers (30) weist der Schacht (302) zur Aufnahme des federnden Abschnitts (74) des Anschlusselements (70) mit diesem fluchtend eine Durchführung (308) zur Kontaktierung der zweiten Kontakteinrichtung (76) mit Leiterbahnen (54) des Substrats (5), oder auch direkt mit einem auf dem Substrat angeordneten Leistungshalbleiterbauelement auf.

**[0031]** Fig. 5 zeigt in dreidimensionaler Darstellung einen detaillierten Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul (1) gemäß Fig. 4. Das Gehäuse (3) ist wiederum einstückig mit dem ersten Kunststoffformkörper (30) ausgebildet und umschließt das Substrat (5). Dieses weist einen Isolierstoffkörper (52) und zwei Metallkaschierungen, eine unstrukturierte (56) auf der Inneren des Leistungshalbleitermoduls (1) abgewandten Seite, sowie eine strukturierte und damit Leiterbahnen (54) ausbildende auf der dem Inneren des Leistungshalbleitermoduls (1) zugewandten Seite, auf. Auf einer Leiterbahn (54) ist ein Leistungshalbleiterbauelement (60) angedeutet, wobei alle schaltungsgerechten internen Verbindungen aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

**[0032]** Ein Anschlusselement (70) kontaktiert mit seiner zweiten Kontakteinrichtung (76) eine der Leiterbahnen (54) des Substrats (5). Hierzu ist das Anschlusselement (70) in einem Schacht (302) eines ersten Kunststoffformkörpers (30) angeordnet, wobei dieser substratseitig eine als Führung für die zweite Kontakteinrichtung (76) ausgebildete Durchführung (308) aufweist.

**[0033]** Der federnde Abschnitt (74) des Anschlusselements (70) ist in einer Aufnahme, die gebildet ist aus dem Schacht (302) des ersten Kunststoffformkörpers (30) und dem Teilkörper (324) des zweiten Kunststoffformkörpers (32), vgl. Fig. 3. Diese Aufnahme weist in einem dem Substrat (5) abgewandten Abschnitt Ausnehmungen (306, 326) auf in den die Längsabschnitte (720, 722) der ersten Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) angeordnet sind.

**[0034]** Der zweite Kunststoffformkörper (32) weist Durchführungen (328) für die ersten Kontakteinrichtungen (72) der Anschlusselemente (70) auf. Durch die beschriebene Ausgestaltung und Anordnung der beiden Kunststoffformkörper (30, 32) zueinander ist das jeweilige Anschlusselement (70) verdrehsicher und gegen herausfallen gesichert im Leistungshalbleitermodul (1) angeordnet.

**Patentansprüche**

schlusslements (70) ausgebildete Durchführung (308) aufweist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

1. Leistungshalbleitermodul (1) mit mindestens einem Substrat (5), mindestens einem hierauf angeordnete Leistungshalbleiterbauelement (60), einem Gehäuse (3), einem ersten Kunststoffformkörper (30), nach außen führenden Anschlusselementen (40, 70) und einem zweiten Kunststoffformkörper (32),

wobei das Substrat (5) einen Isolierstoffkörper (52) aufweist und auf dessen erster dem Inneren des Leistungshalbleitermoduls (1) zugewandten Hauptfläche Leiterbahnen (54) angeordnet sind und wobei mindestens ein Anschlusselement (70) als eine Kontaktfeder mit einer ersten Kontakteinrichtung (72), mindestens einem federnden Abschnitt (74) und einer zweiten Kontakteinrichtung (76) ausgebildet ist, wobei der erste Kunststoffformkörper (30) mindestens einen senkrecht zum Substrat angeordneten Schacht (302) zur Aufnahme eines Anschlusselements (70) aufweist, dieser Schacht (302) eine seitliche Ausnehmung (306) zur verdrehsicheren Anordnung des Anschlusselements (70) und eine Aussparung (304) für einen zugeordneten Teilkörper des zweiten Kunststoffformkörper (32) aufweist, wobei dieser Teilkörper ebenfalls eine seitliche Ausnehmung (326) und auf der dem Substrat abgewandten Seite eine Ausnehmung (308) für die erste Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) aufweist und diese hier hindurch reicht.

2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1 wobei der Kunststoffformkörper (30) einstückig mit dem Gehäuse (3) ausgebildet ist.

3. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei das Leistungshalbleitermodul (1) in Druckkontaktausführung ausgebildet ist und der zweite Kunststoffformkörper (32) als ein Teil der Druckeinrichtung ausgebildet ist.

4. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die erste Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) bügelförmig ausgebildet ist und zwei seitliche Längsabschnitte (720, 722) aufweist, die den federnden Abschnitt (74) in seinem Durchmesser überragen.

5. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 4, wobei die Längsabschnitte (720, 722) der ersten Kontakteinrichtung (72) des Anschlusselements (70) in den Ausnehmungen (306, 326) angeordnet sind.

6. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die Aussparung (304) einen Öffnungswinkel von weniger als 180 Grad aufweist.

7. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei der Schacht (302) substratseitig eine als Führung für die zweite Kontakteinrichtung (76) des An-

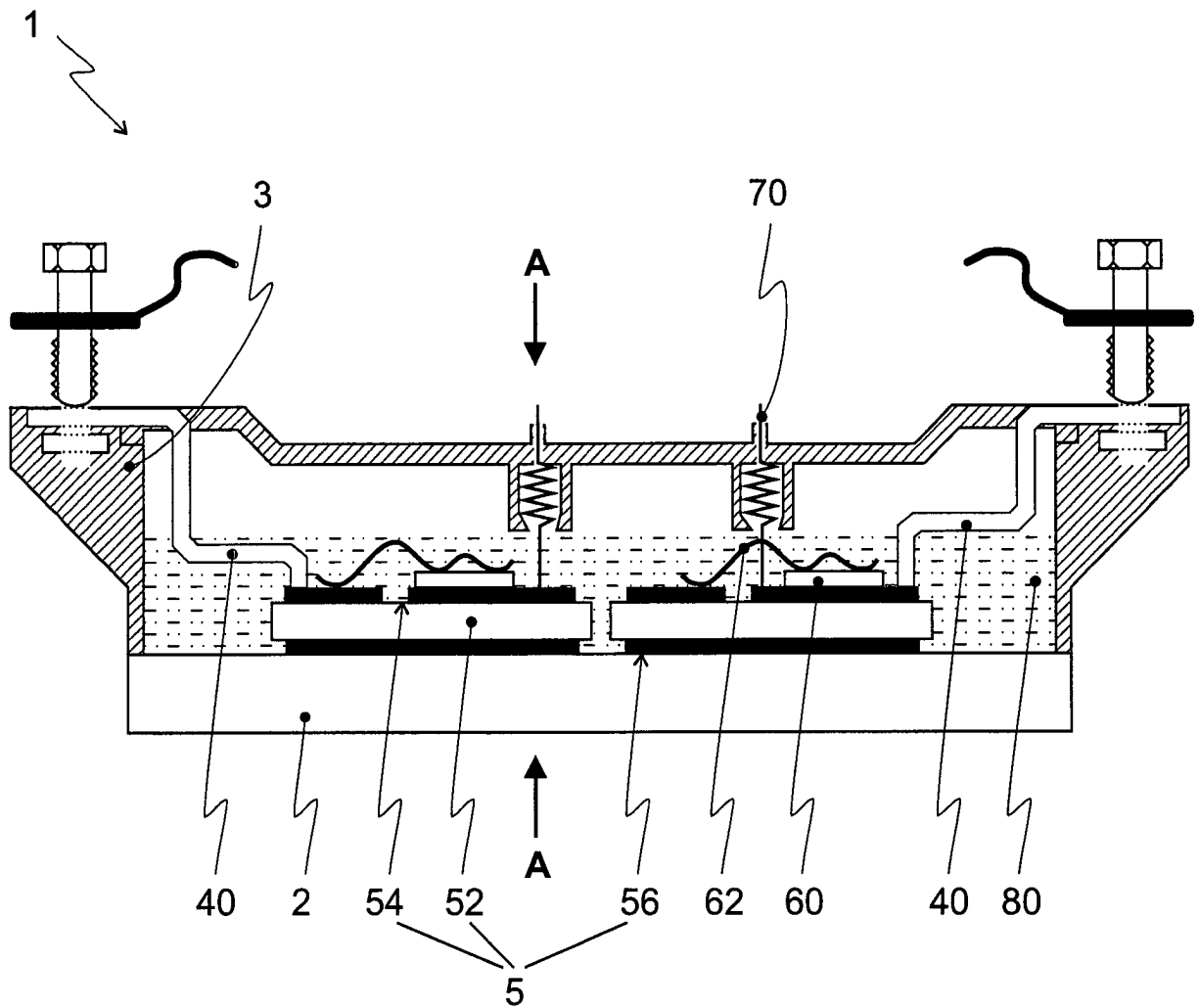


Fig. 1 (Stand der Technik)

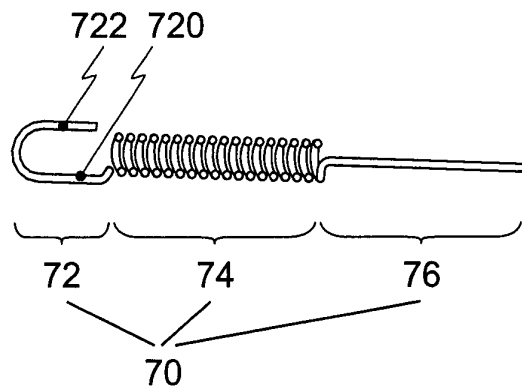


Fig. 2

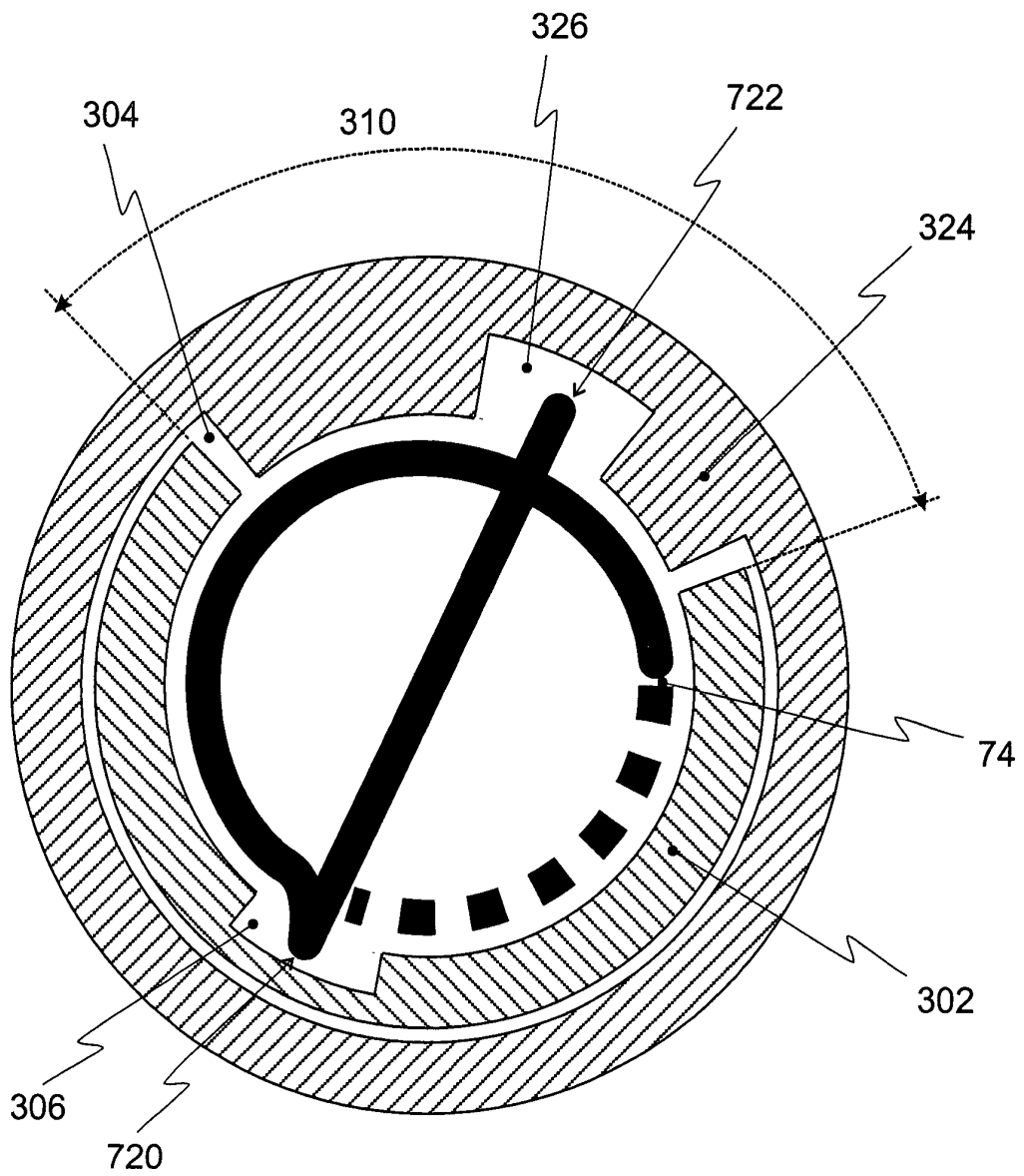


Fig. 3

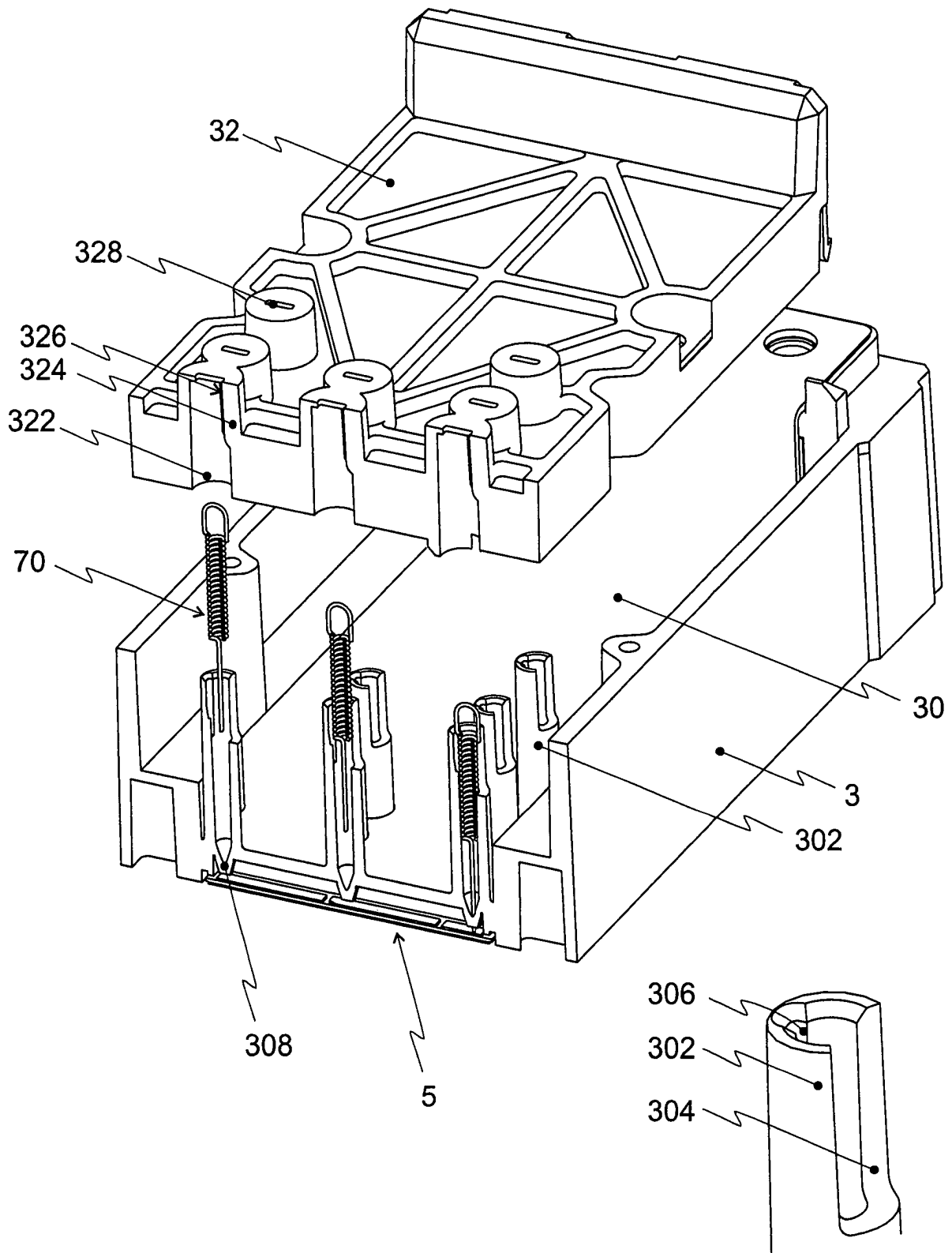


Fig. 4



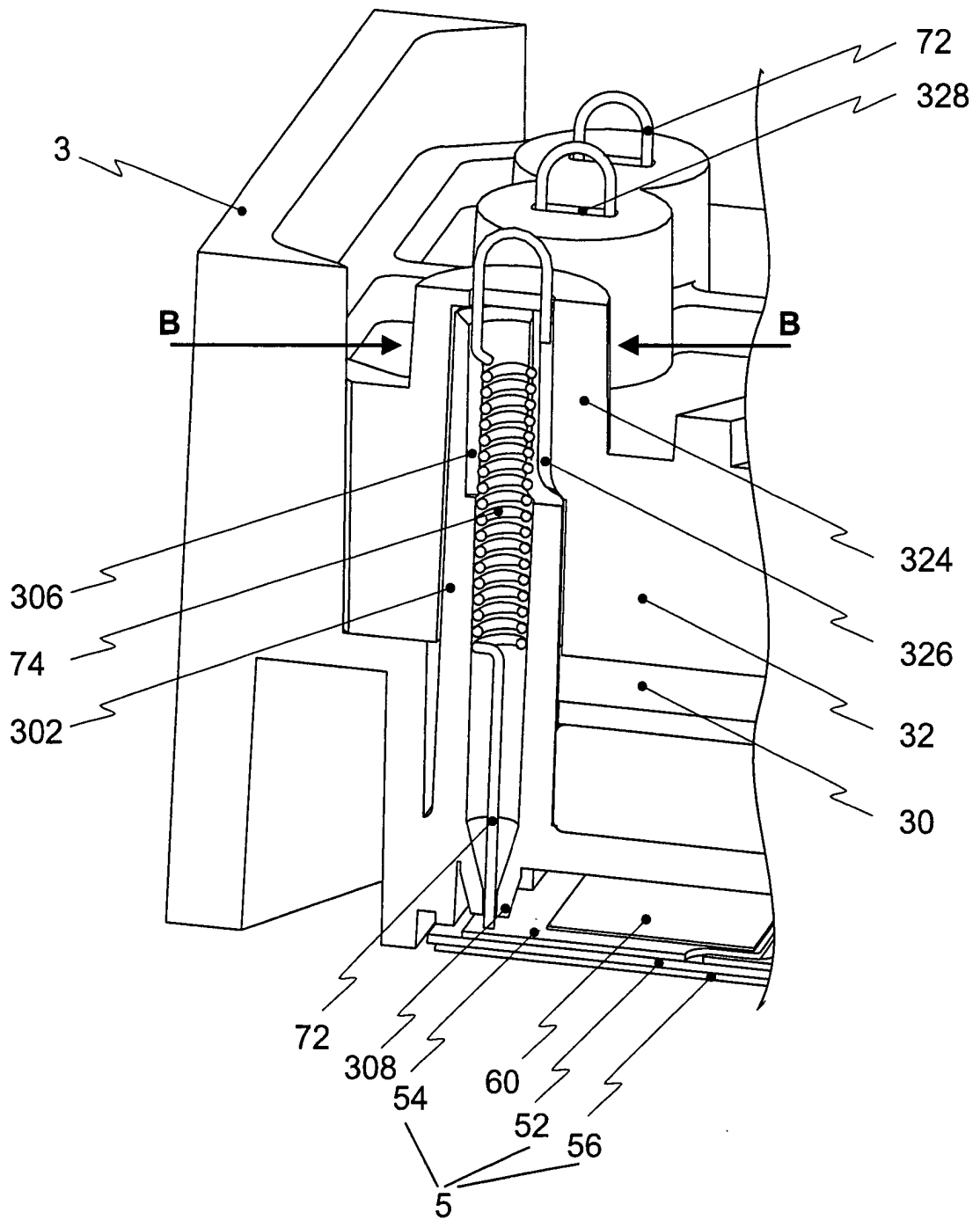


Fig. 5