



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 212 606.8**
(22) Anmeldetag: **25.11.2022**
(43) Offenlegungstag: **29.05.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 25/07 (2006.01)**
H01L 25/18 (2023.01)
H01L 25/16 (2023.01)
H01L 21/58 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)
H01L 21/56 (2006.01)

(71) Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:
Liu, Wei, 88046 Friedrichshafen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

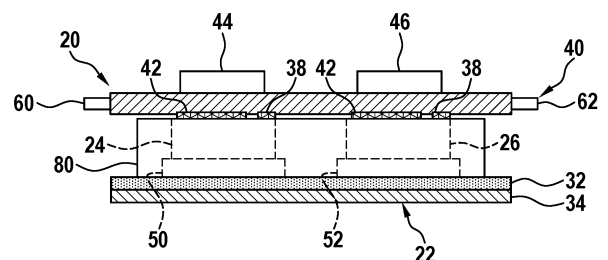
| | | |
|----|------------------|----|
| DE | 10 2009 040 557 | A1 |
| DE | 10 2015 112 085 | A1 |
| DE | 696 35 440 | T2 |
| US | 6 324 072 | B1 |
| US | 2017 / 0 341 638 | A1 |

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES LEISTUNGSMODULS**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls (20) bereitgestellt. Das Verfahren umfasst: Bereitstellen einer Kunststoffolie (64); Anordnen mindestens eines Halbleiterchips (24, 26) auf der Kunststoffolie (64), wobei der Halbleiterchip (24, 26) mindestens einen elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) auf einer Seite des Halbleiterchips (24, 26), die der Kunststoffolie (64) zugekehrt ist, umfasst; Anordnen des auf der Kunststoffolie (64) angeordneten Halbleiterchips (24, 26) auf einem Träger (22), derart, dass die Kunststoffolie (64) dem Träger (22) abgekehrt ist; Entfernen der Kunststoffolie (64) von dem Halbleiterchip (24, 26); und Anordnen einer Treiberplatine (40) auf dem Halbleiterchip (24, 26), wobei die Treiberplatine (40) eine erste Seite, die dem Halbleiterchip (24, 26) abgekehrt ist, und eine zweite Seite, die dem Halbleiterchip (24, 26) zugekehrt ist, umfasst, wobei mindestens ein elektronisches Bauteil (44, 46) zum Ansteuern des Halbleiterchips (24, 26) auf der ersten Seite der Treiberplatine (40) angeordnet ist, und wobei mindestens ein elektrischer Kontakt (38, 42) der Treiberplatine (40), der mit dem elektronischen Bauteil (44, 46) elektrisch gekoppelt ist, auf der zweiten Seite der Treiberplatine (40) angeordnet ist und mit dem elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) elektrisch gekoppelt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls.

[0002] Ein herkömmliches Leistungsmodul kann einen Träger, mindestens einen auf dem Träger montierten Halbleiterchip und eine Treiberplatine umfassen. Der Träger kann ein DBC-Substrat (DBC - direct bonded copper, direkt gebondetes Kupfer) oder ein isoliertes Metallsubstrat (IMS - insulated metal substrate) umfassen. Die Treiberplatine kann zum elektrischen Kontaktieren und/oder Steuern des auf dem Träger montierten Halbleiterchips konfiguriert sein. Der Halbleiterchip kann als eine Hochgeschwindigkeitsschaltvorrichtung konfiguriert sein. Der Halbleiterchip kann als eine Hochleistungshalbleitervorrichtung konfiguriert sein. Das Leistungsmodul kann zwei oder mehr der Halbleiterchips umfassen. Das Leistungsmodul kann eine oder mehrere Halbbrücken bereitstellen, die in einem Wechselrichter und/oder einem Gleichrichter verwendet werden können.

[0003] Bei einem herkömmlichen Leistungsmodul können die auf dem Träger montierten Halbleiterchips mit anderen auf dem Träger montierten Halbleiterchips elektrisch gekoppelt sein oder über einen oder mehrere entsprechende Bonddrähte mit dem Träger direkt gekoppelt sein. Die Treiberplatine kann über einen oder mehrere elektrisch leitende Stifte mit dem Träger elektrisch und/oder mechanisch gekoppelt sein. Die Bonddrähte sowie die Stifte können jedoch eine große Induktivität in dem Leistungsmodul erzeugen. Diese große Induktivität kann die Halbleiterchips und/oder Funktionen der Halbleiterchips beeinträchtigen, insbesondere wenn die Halbleiterchips auf SiC, GaN oder GaO basieren und/oder wenn die Halbleiterchips eine oder mehrere Schaltvorrichtungen, z. B. Hochgeschwindigkeitsschaltvorrichtungen, bilden.

[0004] Alternativ kann die Treiberplatine ohne irgendwelche Stifte oder Bonddrähte direkt mit den Halbleiterchips gekoppelt sein. Dies kann die Induktivität reduzieren, aber es können einige neue Probleme entstehen. Zum Beispiel können sich elektrische Kontakte der Halbleiterchips zu nahe beieinander zum Lötten der Treiberplatine an die Halbleiterchips befinden, wobei es aufgrund des ungenügenden Abstands zu Kurzschlüssen kommen kann. Darüber hinaus kann eine Toleranz einer Position des Halbleiterchips auf dem Träger stark eingeschränkt sein. Mit anderen Worten müssen die Halbleiterchips möglicherweise sehr genau positioniert werden. Dadurch kann eine zusätzliche Komplexität in das Verfahren zur Herstellung des Leistungsmoduls eingeführt werden.

[0005] Daher besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines Leistungsmoduls, das mindestens einen Halbleiterchip auf einem Träger umfasst, der mit einer Treiberplatine gekoppelt ist, wobei das Verfahren dazu beitragen kann, dass eine Kopplung zwischen dem Halbleiterchip, dem Träger und/oder der Treiberplatine nur eine geringe Induktivität erzeugt, und/oder wobei das Verfahren auf eine leichte und kostengünstige Weise durchgeführt werden kann.

[0006] Die Aufgaben werden durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angeführt.

[0007] Ein Aspekt betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls. Das Verfahren umfasst: Bereitstellen einer Kunststoffolie; Anordnen mindestens eines Halbleiterchips auf der Kunststoffolie, wobei der Halbleiterchip mindestens einen elektrischen Kontakt des Halbleiterchips auf einer Seite des Halbleiterchips, die der Kunststoffolie zugekehrt ist, umfasst; Anordnen des auf der Kunststoffolie angeordneten Halbleiterchips auf einem Träger, derart, dass die Kunststoffolie dem Träger abgekehrt ist; Entfernen der Kunststoffolie von dem Halbleiterchip; und Anordnen einer Treiberplatine auf dem Halbleiterchip, wobei die Treiberplatine eine erste Seite, die dem Halbleiterchip abgekehrt ist, und eine zweite Seite, die dem Halbleiterchip zugekehrt ist, umfasst, wobei mindestens ein elektronisches Bauteil zum Ansteuern des Halbleiterchips auf der ersten Seite der Treiberplatine angeordnet ist, und wobei mindestens ein elektrischer Kontakt der Treiberplatine, der mit dem elektronischen Bauteil elektrisch gekoppelt ist, auf der zweiten Seite der Treiberplatine angeordnet ist und mit dem elektrischen Kontakt des Halbleiterchips elektrisch gekoppelt ist.

[0008] Die elektrischen Kontakte des Halbleiterchips können mit den elektrischen Kontakten der Treiberplatine direkt gekoppelt sein. „Direkt“ kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass kein anderes Material zwischen den elektrischen Kontakten des Halbleiterchips und den elektrischen Kontakten der Treiberplatine angeordnet sein kann oder dass nur ein haftendes Material, z. B. ein elektrisch leitender Klebstoff oder ein Lot, zwischen den elektrischen Kontakten des Halbleiterchips und den elektrischen Kontakten der Treiberplatine angeordnet sein kann. Die direkte Kopplung des Halbleiterchips mit der Treiberplatine erzeugt nur eine geringe Induktivität. Somit kann der Halbleiterchip mit einer hohen Leistung betrieben werden. Dies kann zu einer hohen Leistung des Leistungsmoduls beitragen. Ferner können die Halbleiterchips sehr genau und leicht auf der Kunststoffolie angeordnet werden. Dies kann dazu beitragen, dass die Positionen der elektri-

schen Kontakte des Halbleiterchips sehr gut mit den Positionen der elektrischen Kontakte der Treiberplatine zusammenpassen. Dies kann dazu beitragen, dass die elektrischen Kontakte der Halbleiterchips sehr leicht und mit geringer Kurzschlussgefahr kontaktiert werden können. Dies kann dazu beitragen, dass das Leistungsmodul auf eine leichte und kostengünstige Weise genau hergestellt werden kann.

[0009] Der Träger kann eine elektrisch leitende erste Schicht, eine elektrisch isolierende zweite Schicht unter der ersten Schicht und eine elektrisch leitende dritte Schicht unter der zweiten Schicht umfassen. Der Träger kann ein DBC-Substrat (DBC - direct bonded copper, direkt gebondetes Kupfer) oder ein isoliertes Metallsubstrat (IMS - insulated metal substrate) umfassen. Der Träger kann zum Tragen und Kühlen des Halbleiterchips vorgesehen sein. In diesem Zusammenhang kann der Träger als Kühlkörper bezeichnet werden.

[0010] Der Halbleiterchip kann auf der ersten Schicht des Trägers angeordnet sein. Der Halbleiterchip kann SiC, GaN oder GaO umfassen. Das Leistungsmodul kann zwei oder mehr entsprechende Halbleiterchips umfassen. Der Träger, insbesondere die erste Schicht des Trägers, kann dementsprechend zwei oder mehr Abschnitte umfassen, auf denen die entsprechenden Halbleiterchips angeordnet sind und die voneinander beabstandet und gegeneinander elektrisch isoliert sind. Ein oder mehrere der Halbleiterchips umfassen zwei oder mehr elektrische Kontakte pro Halbleiterchip. Zum Beispiel umfassen ein oder mehrere der Halbleiterchips einen oder mehrere Gate-Kontakte, einen oder mehrere Source-Kontakte, einen oder mehrere Drain-Kontakte und/oder einen oder mehrere Substratkontakte, wobei ein oder mehrere dieser Kontakte so angeordnet sein können, dass sie der Treiberplatine zugekehrt sind.

[0011] Die Treiberplatine kann eine Leiterplatte sein. Die Treiberplatine kann eine oder mehrere elektrische Leitungen umfassen, die die elektrischen Kontakte der Treiberplatine mit einem oder mehreren Anschlüssen zum Koppeln des Leistungsmoduls mit einer externen Vorrichtung und/oder mit dem elektronischen Bauteil der Treiberplatine verbinden. Die Treiberplatine kann mehr als ein elektronisches Bauteil umfassen. Die elektronischen Bauteile können zum Ansteuern der Halbleiterchips konfiguriert sein. Die elektronischen Bauteile können aktive elektronische Bauteile und/oder passive elektronische Bauteile umfassen. Die passiven elektronischen Bauteile können einen oder mehrere Widerstände, einen oder mehrere Kondensatoren und/oder einen oder mehrere Leiter umfassen. Die aktiven elektronischen Bauteile können einen oder mehrere Chips und/oder einen oder mehrere Transistoren umfassen.

[0012] Gemäß einer Ausführungsform ist die Kunststoffolie transparent. Zum Beispiel kann die Kunststoffolie im sichtbaren Teil des Lichtspektrums transparent sein. Dies kann eine genaue Anordnung des Halbleiterchips auf der Kunststoffolie oder umgekehrt und/oder eine genaue Anordnung der Kunststoffolie mit dem Halbleiterchip auf dem Träger vereinfachen.

[0013] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Kunststoffolie eine Positioniermarke zum genauen Positionieren des Halbleiterchips auf der Kunststoffolie, wobei der Halbleiterchip auf die Positioniermarke ausgerichtet ist, wenn der Halbleiterchip auf der Kunststoffolie angeordnet ist. Die Positioniermarke kann zum genauen Anordnen des Halbleiterchips auf der Kunststoffolie beitragen. Zum Beispiel kann die Positioniermarke auf der Kunststoffolie gedruckt sein. Zum Beispiel kann die Positioniermarke einen Rahmen umfassen, der Außenabmessungen und/oder einer äußeren Begrenzung des Halbleiterchips entspricht, wobei der Halbleiterchip genau in dem Rahmen auf der Kunststoffolie positioniert sein kann.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Kunststoffolie eine selbstklebende Seite und ist der Halbleiterchip auf der selbstklebenden Seite angeordnet. Zum Beispiel umfasst die Kunststoffolie eine erste Seite, die als obere Seite bezeichnet werden kann, und eine zweite Seite, die als untere Seite bezeichnet werden kann, wobei die zweite Seite die selbstklebende Seite sein kann und wobei der Halbleiterchip auf der selbstklebenden zweiten Seite angeordnet sein kann. Dies kann zu einem leichten Anordnen des Halbleiterchips auf der Kunststoffolie, derart, dass die Position des Halbleiterchips bezüglich der Kunststoffolie fixiert ist, beitragen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Kunststoffolie Polyethylenterephthalat (PET), oder ist daraus hergestellt. PET ist ein stabiles und flexibles Material, das in der Lage sein kann, zwei oder mehr Halbleiterchips zu halten.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform wird der Halbleiterchip auf dem Träger zumindest teilweise in einem Formmaterial eingebettet, bevor die Kunststoffolie entfernt wird, wird die Kunststoffolie nach dem zumindest teilweisen Einbetten des Halbleiterchips und des Trägers in dem Formmaterial entfernt und ist der elektrische Kontakt des Halbleiterchips nach dem Entfernen der Kunststoffolie freigelegt. Das Formmaterial kann ein Gehäuse für das Leistungsmodul, insbesondere für den Halbleiterchip, bereitstellen. Der Halbleiterchip auf dem Träger und mindestens ein Teil des Trägers, z. B. die erste Schicht des Trägers, können so in dem Formmaterial eingebettet sein, dass der Halbleiterchip mit Ausnahme der Seiten des Halbleiterchips, die mit der

Kunststoffolie und/oder mit dem Träger in Kontakt stehen, vollständig in dem Formmaterial eingebettet ist und/oder dass die Kunststoffolie und/oder der Träger zumindest teilweise frei von dem Formmaterial ist/sind. Zum Beispiel kann/können die erste Seite der Kunststoffolie und/oder die zweite und/oder die dritte Schicht des Trägers teilweise oder vollständig frei von dem Formmaterial sein. Das Entfernen der Kunststoffolie nach dem Bereitstellen des Formmaterials kann dazu beitragen, dass der elektrische Kontakt des Halbleiterchips frei von dem Formmaterial gehalten wird. Somit kann die Kunststoffolie die Funktionen des genauen Positionierens der Halbleitervorrichtungen auf dem Träger und des Freihaltens der elektrischen Kontakte des Halbleiterchips von dem Formmaterial haben.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform wird der Halbleiterchip durch Löten oder Sintern mit dem Träger gekoppelt. Dies kann zu einer sehr guten mechanischen und/oder thermischen Kopplung des Halbleiterchips mit dem Träger beitragen. Zum Beispiel kann der Halbleiterchip durch Ag-Sintern mit dem Träger gekoppelt werden.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren: Anordnen eines Lötmaterials auf dem elektrischen Kontakt des Halbleiterchips nach dem Entfernen der Kunststoffolie und vor dem Anordnen der Treiberplatine auf dem Halbleiterchip; Erwärmen des Trägers mit dem Halbleiterchip, so dass das Lötmaterial schmilzt; und Kühlen des Trägers mit dem Halbleiterchip, so dass das Lötmaterial erstarrt und den Halbleiterchip fest mit dem elektrischen Kontakt der Treiberplatine koppelt. So kann der Halbleiterchip durch Löten mit der Treiberplatine gekoppelt werden. Dies kann zu einer sehr guten mechanischen, elektrischen und/oder thermischen Kopplung des Halbleiterchips mit der Treiberplatine beitragen.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform ist der Halbleiterchip ein Hochleistungshalbleiterchip. Der Hochleistungshalbleiterchip kann zum Verarbeiten von hohen Spannungen, zum Beispiel von mehr als 100 V, und/oder hohen Strömen, zum Beispiel von mehr als 10 A, beitragen. Gemäß einer Ausführungsform umfasst der Träger eine elektrisch leitende erste Schicht mit mindestens einem ersten Abschnitt und einem zweiten Abschnitt, die voneinander beabstandet und gegeneinander elektrisch isoliert sind, wobei mindestens ein weiterer Halbleiterchip so auf der Kunststoffolie angeordnet ist, dass der elektrische Kontakt des weiteren Halbleiterchips der Kunststoffolie zugekehrt ist; wobei die Halbleiterchips auf der Kunststoffolie so auf dem Träger angeordnet sind, dass einer der Halbleiterchips auf dem ersten Abschnitt angeordnet ist und dass der andere der Halbleiterchips auf dem zweiten Abschnitt angeordnet ist, wobei die Treiberplatine mindestens zwei elektrische Kontakte der Treiberplatine umfasst, die

mit einem oder mehreren elektronischen Bauteilen der Treiberplatine elektrisch gekoppelt sind, und wobei die Treiberplatine so auf den Halbleiterchips angeordnet ist, dass mindestens einer der elektrischen Kontakte der Treiberplatine mit dem entsprechenden elektrischen Kontakt eines der Halbleiterchips elektrisch gekoppelt ist und der andere der elektrischen Kontakte der Treiberplatine mit dem entsprechenden elektrischen Kontakt des anderen der Halbleiterchips elektrisch gekoppelt ist.

[0020] Im übertragenen Sinne kann das Leistungsmodul zwei oder mehr Halbleiterchips umfassen, die auf dem Träger montiert und mit der Treiberplatine gekoppelt sind. Jeder der Halbleiterchips kann auf einem getrennten Abschnitt des Trägers, insbesondere der ersten Schicht der Treiberplatine, angeordnet sein, wobei zwei oder mehr der Halbleiterchips auf dem gleichen Abschnitt angeordnet sein können. Jeder der Halbleiterchips kann vor dem Anordnen der Halbleiterchips mit der Kunststoffolie auf dem Träger auf der Kunststoffolie angeordnet werden. In diesem Zusammenhang ist die Kunststoffolie besonders vorteilhaft, weil die Halbleiterchips sehr genau und leicht, insbesondere bezüglich einander und/oder bezüglich der Kunststoffolie, auf der Kunststoffolie angeordnet werden können. Dies kann dazu beitragen, dass die Positionen der elektrischen Kontakte der Halbleiterchips sehr gut mit den Positionen der entsprechenden elektrischen Kontakte der Treiberplatine zusammenpassen. Dies kann dazu beitragen, dass die elektrischen Kontakte der Halbleiterchips sehr leicht und mit geringer Kurzschlussgefahr kontaktiert werden können. Dies kann dazu beitragen, dass das Leistungsmodul leicht und kosteneffizient genau hergestellt werden kann.

[0021] Diese und weitere Aspekte der Erfindung werden mit Bezug auf die im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen ersichtlich und erläutert. Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen detaillierter beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine weggeschnittene Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels eines Leistungsmoduls.

Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer Kunststoffolie zur Herstellung des Leistungsmoduls von **Fig. 1**.

Fig. 3 zeigt eine Draufsicht der Kunststoffolie von **Fig. 2**.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht der Kunststoffolie von **Fig. 2**, die auf Halbleiterchips für das Leistungsmodul von **Fig. 1** angeordnet ist.

Fig. 5 zeigt eine Seitenansicht der Kunststoffolie mit den Halbleiterchips von **Fig. 4** auf einem Ausführungsbeispiel eines Trägers.

Fig. 6 zeigt eine Seitenansicht der Kunststoffolie mit den Halbleiterchips auf dem Träger gemäß **Fig. 5** und ein Ausführungsbeispiel eines Formmaterials.

[0022] Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und ihre Bedeutungen sind in zusammenfassender Form in der nachfolgenden Bezugszeichenliste aufgeführt. Grundsätzlich sind in den Figuren identische Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0023] **Fig. 1** zeigt eine weggeschnittene Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels eines Leistungsmoduls 20. Das Leistungsmodul 20 kann einen Träger 22, mindestens einen Halbleiterchip, z. B. einen ersten Halbleiterchip 24 und einen zweiten Halbleiterchip 26, die auf dem Träger 22 angeordnet sind, eine Treiberplatine 40, ein oder mehrere elektronische Bauteile auf der Treiberplatine 40, z. B. ein erstes elektronisches Bauteil 44 und ein zweites elektronisches Bauteil 46, und ein Formmaterial 80, in dem die Halbleiterchips 24, 26 und der Träger 22 zumindest teilweise eingebettet sind, umfassen. Das Leistungsmodul 20 kann eine oder mehrere Halbbrücken bereitstellen, die in einem Wechselrichter und/oder einem Gleichrichter verwendet werden können.

[0024] Der Träger 22 kann eine elektrisch leitende erste Schicht 30, eine elektrisch isolierende zweite Schicht 32 unter der ersten Schicht 30 und eine elektrisch leitende dritte Schicht 34 unter der zweiten Schicht 32 umfassen. Die zweite und dritte Schicht 32, 34 können parallel zueinander verlaufen. Die zweite und dritte Schicht 32, 34 können sich vollständig überlappen, wobei äußere Ränder der zweiten und dritten Schicht 32, 34 bündig miteinander sein können. Die erste Schicht 30 kann mehrere Abschnitte umfassen, die räumlich und elektrisch voneinander getrennt sind und/oder gegeneinander elektrisch isoliert sind, wobei die verschiedenen Halbleiterchips 24, 26 auf verschiedenen Abschnitten angeordnet sein können. Zum Beispiel umfasst die erste Schicht 30 einen ersten Abschnitt 50, auf dem der erste Halbleiterchip 24 angeordnet ist, und einen zweiten Abschnitt 52, auf dem der zweite Halbleiterchip 26 angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann es mehr als einen ersten Halbleiterchip 24 geben, die auf dem ersten Abschnitt 50 angeordnet sind, und/oder es kann mehr als einen zweiten Halbleiterchip 26 geben, die auf dem zweiten Abschnitt 52 angeordnet sind. Ferner kann es mehr oder weniger Abschnitte der ersten Schicht 30 geben, wobei dementsprechend mehr oder weniger Halbleiterchips 24, 26 auf diesen Abschnitten angeordnet sein können. Die erste und/oder dritte Schicht 30, 34 können Kupfer und/oder Aluminium umfassen oder daraus hergestellt sein. Die zweite Schicht 32 kann ein dielektrisches Material umfassen. Der Träger 22 kann ein

DBC-Substrat (DBC - direct bonded copper, direkt gebondetes Kupfer) oder ein isoliertes Metallsubstrat (IMS - insulated metal substrate) sein.

[0025] Mindestens einer der Halbleiterchips 24, 26 des Leistungsmoduls 20 kann ein Hochleistungshalbleiterchip sein. Der Hochleistungshalbleiterchip kann zum Verarbeiten von hohen Spannungen, zum Beispiel von mehr als 100 V, und/oder hohen Strömen, zum Beispiel von mehr als 10 A, konfiguriert sein. Der Halbleiterchip kann SiC, GaN oder GaO umfassen.

[0026] Die elektronischen Bauteile 44, 46 können zum Ansteuern der Halbleiterchips 24, 26 konfiguriert sein. Die elektronischen Bauteile 44, 46 können aktive elektronische Bauteile und/oder passive elektronische Bauteile umfassen. Die passiven elektronischen Bauteile können einen oder mehrere Widerstände, einen oder mehrere Kondensatoren und/oder einen oder mehrere Leiter umfassen. Die aktiven elektronischen Bauteile können einen oder mehrere Chips und/oder einen oder mehrere Transistoren umfassen. Die elektronischen Bauteile 44, 46 können auf einer ersten Seite der Treiberplatine 40 angeordnet sein, wobei die erste Seite dem Träger 22 abgekehrt ist.

[0027] Die Treiberplatine 40 kann eine Leiterplatte (PCB, printed circuit board) sein. Die Treiberplatine 40 kann eine oder mehrere elektrische Leitungen (nicht gezeigt), z. B. Vias, umfassen, die in der Treiberplatine 40 eingebettet oder darauf gedruckt sind. Die Treiberplatine 40 kann einen oder mehrere elektrische Kontakte 38, 42 der Treiberplatine 40 auf einer zweiten Seite der Treiberplatine 40 umfassen, wobei die zweite Seite der Treiberplatine 40 dem Träger 22 zugekehrt ist. Die elektrischen Kontakte 36, 38 der Treiberplatine 40 können dazu vorgesehen sein, die elektronischen Bauteile 44, 46 mit den Halbleiterchips 24, 26 zu koppeln. Zum Beispiel umfasst jeder der Halbleiterchips 24, 26 zwei oder mehr elektrische Kontakte (**Fig. 4**), die der Treiberplatine 40, insbesondere den entsprechenden elektrischen Kontakten 36, 38 zugekehrt sind.

[0028] Die Treiberplatine 40 kann einen oder mehrere Anschlüsse 60, 62 zum Koppeln des Leistungsmoduls 20 mit einer oder mehreren externen Vorrichtungen (nicht gezeigt), z. B. mit einer Steuerung zum Steuern des Leistungsmoduls 20 und/oder einer durch das Leistungsmodul 20 mit Energie versorgten Last, z. B. eines Elektromotors oder Aktors, und/oder mit einer Energiequelle, z. B. dem Netz oder einem Generator, umfassen. Zum Beispiel kann das Leistungsmodul 20 zwei DC-Anschlüsse 60 und einen AC-Anschluss 62 umfassen. Die DC-Anschlüsse 60 können einen DC-Anschluss und einen DC⁺-Anschluss umfassen. Der DC⁺-Anschluss kann ein erstes DC-Potenzial, z. B. ein DC⁺-Potenzial,

bereitstellen. Der DC-Anschluss kann das zweite DC-Potenzial, z. B. ein DC-Potenzial, bereitstellen. Die Anschlüsse 60, 62 können durch die elektrischen Leitungen der Treiberplatine 40 mit den entsprechenden elektronischen Bauteilen 44, 46 elektrisch gekoppelt sein.

[0029] Es wird mit Hilfe der nachfolgenden **Fig. 2** bis **6** ein Verfahren zur Herstellung des Leistungsmoduls 20 erläutert, wobei jede der Figuren für einen entsprechenden Schritt des Verfahrens repräsentativ sein kann.

[0030] **Fig. 2** zeigt eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer Kunststoffolie 64 zur Herstellung des Leistungsmoduls von **Fig. 1**. Die Kunststoffolie 64 kann transparent sein. Zum Beispiel kann die Kunststoffolie 64 im sichtbaren Teil des Lichtspektrums transparent sein. Die Kunststoffolie 64 kann eine selbstklebende Seite umfassen, und der Halbleiterchip 24, 26 kann auf der selbstklebenden Seite angeordnet sein. Zum Beispiel kann die Kunststoffolie 64 eine erste Seite 66 der Kunststoffolie 64, die als obere Seite bezeichnet werden kann, wie insbesondere in **Fig. 2** zu sehen, und eine zweite Seite 68 der Kunststoffolie 64, die als untere Seite bezeichnet werden kann, umfassen, wobei die zweite Seite 68 der Kunststoffolie 64 die selbstklebende Seite sein kann und wobei die Halbleiterchips 24, 26 auf der selbstklebenden zweiten Seite 68 der Kunststoffolie 64 angeordnet sein können, wie unten erläutert wird. Die Kunststoffolie 64 kann Polyethylenterephthalat (PET) umfassen oder daraus hergestellt sein. PET ist ein stabiles und flexibles Material, das zwei oder mehr Halbleiterchips 24, 26 halten kann.

[0031] **Fig. 3** zeigt eine Draufsicht der Kunststoffolie 64 von **Fig. 2**. In **Fig. 3** ist zu sehen, dass die Kunststoffolie 64 eine oder mehrere Positioniermarken 70, insbesondere eine für jeden der Halbleiterchips 24, 26, umfassen kann. Die Positioniermarken 70 können zum genauen Positionieren der Halbleiterchips 24, 26 auf der Kunststoffolie 64 angeordnet sein. Zum Beispiel können die Positioniermarken 70 auf der Kunststoffolie 64 gedruckt sein. Zum Beispiel können die Positioniermarken 70 auf der zweiten Seite 68 der Kunststoffolie 64 gedruckt sein, wobei es möglich sein kann, die Positioniermarken 70 auf der ersten Seite 66 der Kunststoffolie 64 zu drucken, wenn die Kunststoffolie 64 transparent ist. Zum Beispiel können die Positioniermarken 70 jeweils einen Rahmen umfassen, der Außenabmessungen und/oder einer äußeren Grenze des entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 entspricht, wobei die Halbleiterchips 24, 26 innerhalb dieser Positioniermarken 70 auf der Kunststoffolie 64 genau positioniert werden können, wie in **Fig. 4** ersichtlich ist.

[0032] **Fig. 4** zeigt eine Draufsicht der Kunststoffolie 64 von **Fig. 2**, die auf den Halbleiterchips 24, 26

des Leistungsmoduls 20 von **Fig. 1** angeordnet ist. Insbesondere zeigt **Fig. 4** eine Draufsicht der ersten Seite 66 der Kunststoffolie 64, die bei dieser Ausführungsform transparent ist. Wie in **Fig. 4** zu sehen ist, können die Halbleiterchips 24, 26 genau innerhalb der Positioniermarken 70 der Kunststoffolie 64 positioniert sein. Alternativ kann die Kunststoffolie 64 so auf den Halbleiterchips 24, 26 angeordnet sein, dass die Positioniermarken 70 genau um die entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 herum angeordnet sind. Zum Beispiel kann die zweite Seite 68 der Kunststoffolie 64 den Halbleiterchips 24, 26 zugekehrt sein.

[0033] Zum Beispiel kann jeder der Halbleiterchips 24, 26 zwei oder mehr, z. B. drei oder vier, elektrische Kontakte 72, 74, 76 der entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 umfassen. Die elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 können der zweiten Seite 68 der Kunststoffolie 64 zugekehrt sein und können durch die transparente Kunststoffolie 64 zu sehen sein. Zum Beispiel können erste der elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 Sources der entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 sein, zweite der elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 können Drains der entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 sein, und/oder dritte der elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 können Gates der entsprechenden Halbleiterchips 24, 26 sein.

[0034] **Fig. 5** zeigt eine Seitenansicht der Kunststoffolie 64 mit den Halbleiterchips 24, 26 von **Fig. 4** auf einem Ausführungsbeispiel eines Trägers, z. B. des obigen Trägers 22. Zum Beispiel kann der erste Halbleiterchip 24 auf dem ersten Abschnitt 50 des Trägers 22 angeordnet und damit gekoppelt sein, und/oder der zweite Halbleiterchip 26 kann auf dem zweiten Abschnitt 52 des Trägers 22 angeordnet und damit gekoppelt sein. Die Halbleiterchips 24, 26 können durch Löten oder Sintern mit dem Träger 22 gekoppelt sein. Zum Beispiel können die Halbleiterchips 24, 26 durch Ag-Sintern mit dem Träger 22 gekoppelt sein.

[0035] **Fig. 6** zeigt eine Seitenansicht der Kunststoffolie 64 mit den Halbleiterchips 24, 26 auf dem Träger 22 gemäß **Fig. 5** und ein Ausführungsbeispiel eines Formmaterials 80. Die Halbleiterchips 24, 26 auf dem Träger 22 können vor dem Entfernen der Kunststoffolie 64 zumindest teilweise in dem Formmaterial 80 eingebettet sein. Das Formmaterial 80 kann ein Gehäuse für das Leistungsmodul 20, insbesondere für die Halbleiterchips 24, 26, bereitstellen. Die Halbleiterchips 24, 26 auf dem Träger 22 und mindestens ein Teil des Trägers 22, z. B. die erste Schicht 30 und/oder ein oder mehrere der Abschnitte 50, 52 des Trägers 22, können so in dem Formmaterial 80 eingebettet sein, dass die Halbleiterchips 24, 26 mit Ausnahme der Seiten der Halbleiterchips 24, 26, die mit der Kunststoffolie 64 und/oder mit dem

Träger 22 in Kontakt stehen, vollständig in dem Formmaterial 80 eingebettet sein können. Die erste Seite 66 der Kunststoffolie 64 und/oder die zweite und/oder dritte Schicht 32, 34 des Trägers 22 kann/können zumindest teilweise, z. B. vollständig, frei von dem Formmaterial 80 sein.

[0036] Die Kunststoffolie 64 kann nach dem zumindest teilweisen Einbetten der Halbleiterchips 24, 26 und des Trägers 22 in dem Formmaterial 80 und nach dem Härten des Formmaterials entfernt werden. Die elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 können nach dem Entfernen der Kunststoffolie 64 freiliegen.

[0037] Dann kann die Treiberplatine 40 so auf den Halbleiterchips 24, 26 angeordnet werden, dass das Leistungsmodul 20 von **Fig. 1** gebildet werden kann.

[0038] Erneut auf **Fig. 1** Bezug nehmend, kann die Treiberplatine 40 so auf den Halbleiterchips 24, 26 angeordnet sein, dass die ersten elektrischen Kontakte 72 der Halbleiterchips 24, 26 mit den ersten elektrischen Kontakten 36 der Treiberplatine 40 elektrisch gekoppelt sein können, dass die zweiten elektrischen Kontakte 74 der Halbleiterchips 24, 26 mit den dritten elektrischen Kontakten (nicht gezeigt) der Treiberplatine 40 elektrisch gekoppelt sein können und dass die dritten elektrischen Kontakte 76 der Halbleiterchips 24, 26 mit den zweiten elektrischen Kontakten 38 der Treiberplatine 40 elektrisch gekoppelt sein können.

[0039] Wahlweise kann ein Lötmaterial nach Entfernen der Kunststoffolie 64 von und vor Anordnen der Treiberplatine 40 auf den Halbleiterchips 24, 26 auf den elektrischen Kontakten 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26 angeordnet werden. Dann kann der Träger 22 mit den Halbleiterchips 24, 26 erwärmt werden, so dass das Lötmaterial schmilzt. Danach kann der Träger 22 mit den Halbleiterchips 24, 26 gekühlt werden, so dass das Lötmaterial erstarrt und die Halbleiterchips 24, 26, insbesondere die elektrischen Kontakte 72, 74, 76 der Halbleiterchips 24, 26, mit den entsprechenden elektrischen Kontakten 36, 38 der Treiberplatine 40 fest koppelt. So können die Halbleiterchips 24, 26 durch Löten mit der Treiberplatine 40 gekoppelt werden.

[0040] Die Erfindung ist nicht auf die obigen Ausführungsformen beschränkt. Zum Beispiel kann das Leistungsmodul 20 mehr oder weniger Halbleiterchips 24, 26 umfassen. Ferner können die Halbleiterchips 24, 26 mehr oder weniger elektrische Kontakte 72, 74, 76, die der Treiberplatine 40 zugekehrt sind, umfassen, und die Treiberplatine 40 kann entsprechend mehr oder weniger elektrische Kontakte 36, 38 der Treiberplatine 40, die den Halbleiterchips 24, 26 zugekehrt sind, umfassen.

[0041] Obgleich die Erfindung in den Zeichnungen und in der vorhergehenden Beschreibung ausführlich dargestellt und beschrieben worden ist, sind solch eine Darstellung und Beschreibung als veranschaulichend oder beispielhaft und nicht als einschränkend zu betrachten; die Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt. Andere Variationen der offenbarten Ausführungsformen können durch den Fachmann durch die Ausübung der beanspruchten Erfindung, genaue Betrachtung der Zeichnungen, der Offenbarung und der angehängten Ansprüche verstanden und ausgeführt werden. In den Ansprüchen schließt das Wort „umfassen/umfassend“ keine anderen Elemente oder Schritte aus, und der unbestimmte Artikel „ein/eine/einer“ schließt keinen Plural aus. Ein einziger Prozessor oder eine einzige Steuerung oder eine einzige andere Einheit kann die Funktionen mehrerer in den Ansprüchen angeführter Elemente erfüllen. Die bloße Tatsache, dass bestimmte Maßnahmen in verschiedenen voneinander abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind, bedeutet nicht, dass eine Kombination dieser Maßnahmen nicht zum Vorteil genutzt werden kann. Jegliche Bezugszeichen in den Ansprüchen sollten nicht als den Schutzzumfang einschränkend ausgelegt werden.

Bezugszeichenliste

| | |
|----|---|
| 20 | Leistungsmodul |
| 22 | Träger |
| 24 | erster Halbleiterchip |
| 26 | zweiter Halbleiterchip |
| 30 | erste Schicht |
| 32 | zweite Schicht |
| 34 | dritte Schicht |
| 36 | erster elektrischer Kontakt der Treiberplatine |
| 38 | zweiter elektrischer Kontakt der Treiberplatine |
| 40 | Treiberplatine |
| 44 | erstes elektronisches Bauteil |
| 46 | zweites elektronisches Bauteil |
| 50 | erster Abschnitt |
| 52 | zweiter Abschnitt |
| 60 | erster Anschluss |
| 62 | zweiter Anschluss |
| 64 | Kunststoffolie |
| 66 | erste Seite der Kunststoffolie |
| 68 | zweite Seite der Kunststoffolie |
| 70 | Positioniermarke |

| | |
|----|--|
| 72 | erster elektrischer Kontakt des Halbleiterchips |
| 74 | zweiter elektrischer Kontakt des Halbleiterchips |
| 76 | dritter elektrischer Kontakt des Halbleiterchips |
| 80 | Formmaterial |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Leistungsmoduls (20), umfassend:

Bereitstellen einer Kunststoffolie (64); Anordnen mindestens eines Halbleiterchips (24, 26) auf der Kunststoffolie (64), wobei der Halbleiterchip (24, 26) mindestens einen elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) auf einer Seite des Halbleiterchips (24, 26), die der Kunststoffolie (64) zugekehrt ist, umfasst;

Anordnen des auf der Kunststoffolie (64) angeordneten Halbleiterchips (24, 26) auf einem Träger (22), derart, dass die Kunststoffolie (64) dem Träger (22) abgekehrt ist;

Entfernen der Kunststoffolie (64) von dem Halbleiterchip (24, 26); und Anordnen einer Treiberplatine (40) auf dem Halbleiterchip (24, 26), wobei die Treiberplatine (40) eine erste Seite, die dem Halbleiterchip (24, 26) abgekehrt ist, und eine zweite Seite, die dem Halbleiterchip (24, 26) zugekehrt ist, umfasst, wobei mindestens ein elektronisches Bauteil (44, 46) zum Ansteuern des Halbleiterchips (24, 26) auf der ersten Seite der Treiberplatine (40) angeordnet ist, und wobei mindestens ein elektrischer Kontakt (38, 42) der Treiberplatine (40), der mit dem elektronischen Bauteil (44, 46) elektrisch gekoppelt ist, auf der zweiten Seite der Treiberplatine (40) angeordnet ist und mit dem elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) elektrisch gekoppelt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kunststoffolie (64) transparent ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kunststoffolie (64) eine Positioniermarke (70) umfasst, und der Halbleiterchip (24, 26) auf die Positioniermarke (70) ausgerichtet ist, wenn der Halbleiterchip (24, 26) auf der Kunststoffolie (64) angeordnet ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kunststoffolie (64) eine selbstklebende Seite umfasst, und der Halbleiterchip (24, 26) auf der selbstklebenden Seite angeordnet ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kunststoffolie (64) PET umfasst oder daraus hergestellt ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Halbleiterchip (24, 26) auf dem Träger (22) zumindest teilweise in einem Formmaterial (80) eingebettet wird, bevor die Kunststoffolie (64) entfernt wird die Kunststoffolie (64) nach dem zumindest teilweisen Einbetten des Halbleiterchips (24, 26) und des Trägers (22) in dem Formmaterial (80) entfernt wird, und der elektrische Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) nach dem Entfernen der Kunststoffolie (64) freigelegt ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Halbleiterchip (24, 26) durch Löten oder Sintern mit dem Träger (22) gekoppelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend:

Anordnen eines Lötmaterials auf dem elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des Halbleiterchips (24, 26) nach dem Entfernen der Kunststoffolie (64) und vor dem Anordnen der Treiberplatine (40) auf dem Halbleiterchip (24, 26);

Erwärmen des Trägers (22) mit dem Halbleiterchip (24, 26), so dass das Lötmaterial schmilzt; und Kühlen des Trägers (22) mit dem Halbleiterchip (24, 26), so dass das Lötmaterial erstarrt und den Halbleiterchip (24, 26) fest mit dem elektrischen Kontakt (36, 38) der Treiberplatine (40) koppelt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Halbleiterchip (24, 26) ein Hochleistungshalbleiterchip ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (22) eine elektrisch leitende erste Schicht (30) mit einem ersten Abschnitt (50) und mindestens einem zweiten Abschnitt (52) umfasst, die voneinander beabstandet und gegeneinander elektrisch isoliert sind, mindestens ein weiterer Halbleiterchip (24, 26) so auf der Kunststoffolie (64) angeordnet ist, dass der elektrische Kontakt (72, 74, 76) des weiteren Halbleiterchips (24, 26) der Kunststoffolie (64) zugekehrt ist; die Halbleiterchips (24, 26) auf der Kunststoffolie (64) so auf dem Träger (22) angeordnet sind, dass einer der Halbleiterchips (24) auf dem ersten Abschnitt (50) angeordnet ist und dass der andere der Halbleiterchips (26) auf dem zweiten Abschnitt (50) angeordnet ist, die Treiberplatine (40) mindestens zwei elektrische Kontakte (38, 42) der Treiberplatine (40) umfasst, die mit einem oder mehreren elektronischen Bauteilen (44, 46) der Treiberplatine (40) elektrisch gekoppelt sind, und die Treiberplatine (40) so auf den Halbleiterchips (24, 26) angeordnet ist, dass mindestens einer der elektrischen Kontakte (38, 42) der Treiberplatine

(40) mit dem elektrischen Kontakt (72, 74, 76) eines der Halbleiterchips (24, 26) elektrisch gekoppelt ist und der andere der elektrischen Kontakte (38, 42) der Treiberplatine (40) mit dem elektrischen Kontakt (72, 74, 76) des anderen der Halbleiterchips (24, 26) elektrisch gekoppelt ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

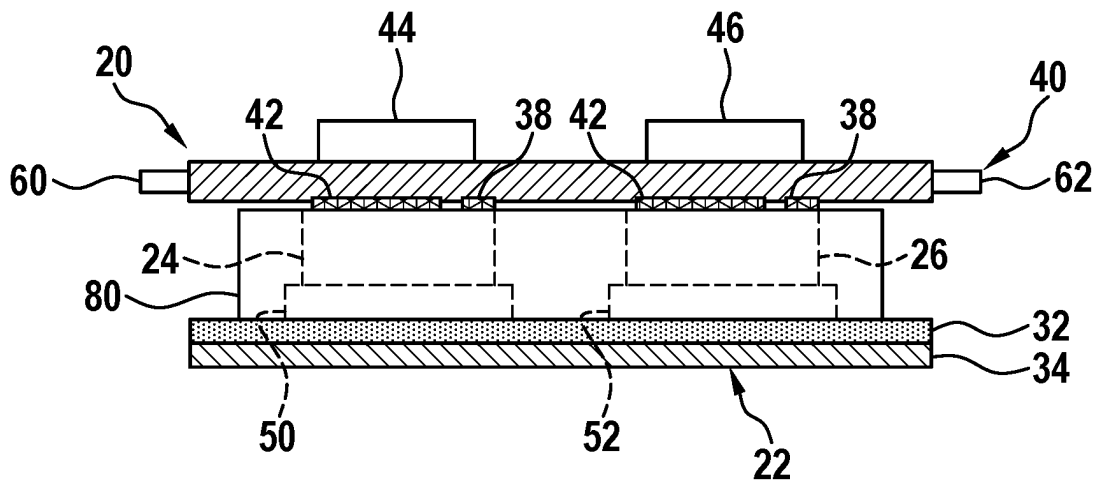


Fig. 1

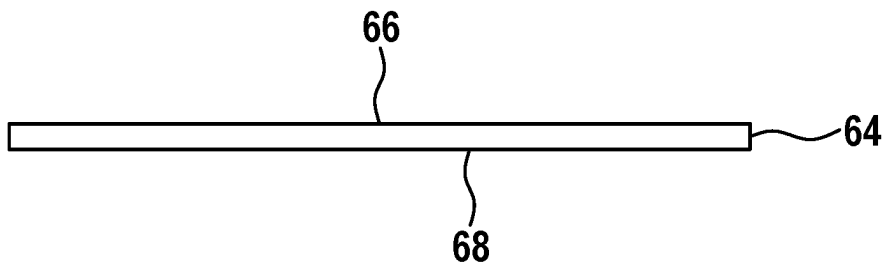


Fig. 2

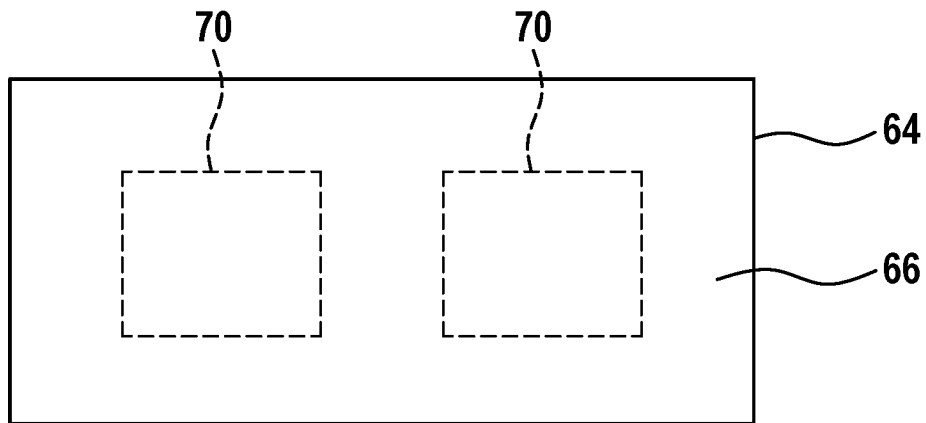


Fig. 3

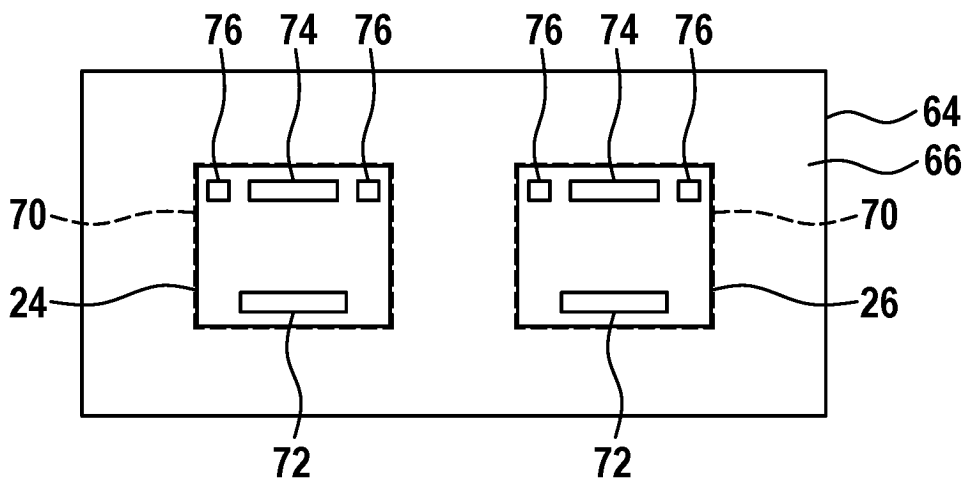


Fig. 4

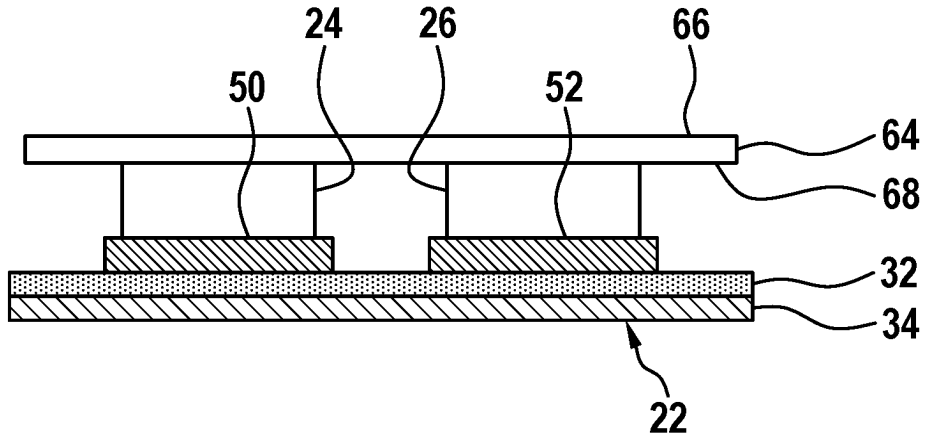


Fig. 5

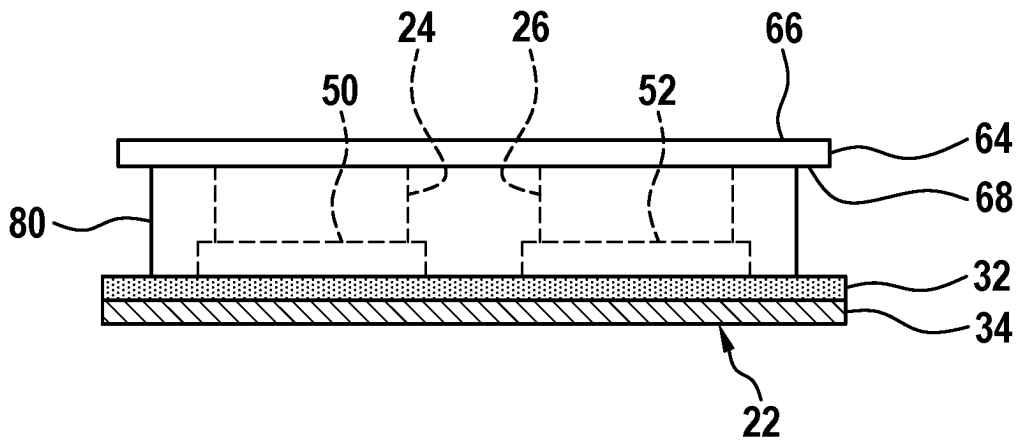


Fig. 6