



(10) **DE 10 2016 120 778 A1** 2018.05.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 120 778.0**

(22) Anmeldetag: **31.10.2016**

(43) Offenlegungstag: **03.05.2018**

(51) Int Cl.: **H01L 23/057** (2006.01)

H01L 23/495 (2006.01)

H01L 25/07 (2006.01)

H01L 21/52 (2006.01)

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 85579 Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
**Dilg Haeusler Schindelmann
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Hable, Wolfram, 92318 Neumarkt, DE; Hoegerl,
Jürgen, 93053 Regensburg, DE; Grassmann,
Andreas, 93049 Regensburg, DE; Ledutke,
Michael, 93342 Saal, DE; Knauer, Eduard, 93049
Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

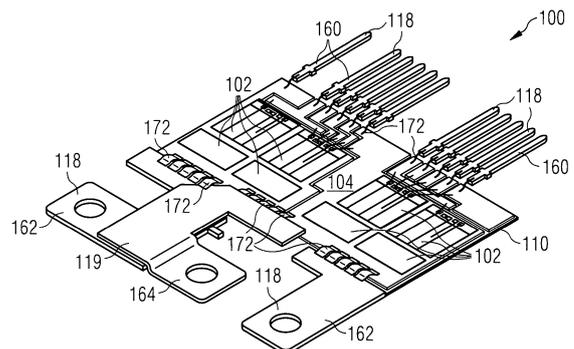
DE	10 2012 211 424	B4
DE	103 03 103	A1
DE	11 2014 004 242	T5
US	2007 / 0 145 540	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Baugruppe mit vertikal beabstandeten, teilweise verkapselten Kontaktstrukturen**

(57) Zusammenfassung: Eine Baugruppe (100) mit mindestens einem elektronischen Chip (102), einem Verkapselungsstoff (108), der zumindest einen Teil des mindestens einen elektronischen Chips (102) verkapselt, eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von dem mindestens einen elektronischen Chip (102) elektrisch gekoppelt ist, und eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von dem mindestens einen elektronischen Chip (102) elektrisch gekoppelt ist, wobei zumindest ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und zumindest ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) in einer Richtung zwischen zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe (100) beabstandet sind.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Technisches Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Baugruppen, auf ein Kraftfahrzeug, auf ein Verfahren der Verwendung und auf Verfahren zum Herstellen einer Baugruppe.

Beschreibung des zugehörigen Stands der Technik

[0002] Ein Leistungsmodul, beispielsweise für Automobilanwendungen, stellt eine physische Einschließung für Leistungskomponenten, normalerweise Leistungshalbleiter-Einrichtungen in der Form von elektronischen Chips, die eine oder mehrere integrierte Schaltkreiskomponenten aufweisen, bereit. Beispiele von integrierten Schaltkreiskomponenten von Leistungsmodulen sind ein Isolierschicht-Bipolartransistor (IGBT, Insulated-Gate Bipolar Transistor) und eine Diode.

[0003] Für Baugruppen mit elektronischer Funktionalität, insbesondere im Fall eines Konverter (oder Umformer)-Schaltkreises, der in einer solchen Baugruppe implementiert ist, ist es gewünscht, dass eine hohe Schaltgeschwindigkeit mit einem niedrigen Schaltverlust kombiniert wird. Dies ist jedoch mit herkömmlichen Herangehensweisen schwierig zu erreichen.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es mag ein Bedarf bestehen für eine Baugruppe, die einen Betrieb mit hoher elektrischer Leistungsfähigkeit und niedrigem Verlust ermöglicht.

[0005] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform wird eine Baugruppe bereitgestellt, die Folgendes aufweist: mindestens einen elektronischen Chip, einen Verkapselungsstoff, der zumindest einen Teil (oder einen Abschnitt) des mindestens einen elektronischen Chips verkapselt, eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss (wie etwa eine erste Chipunterlage (chip pad)) von mindestens einem des mindestens einen elektronischen Chips elektrisch gekoppelt ist, und eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss (wie etwa einer zweiten Chipunterlage) von mindestens einem des mindestens einen elektronischen Chip elektrisch gekoppelt ist, wobei zumindest ein Abschnitt (oder ein Teil) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und zumindest ein Abschnitt (oder ein Teil) der zweiten elektrisch

leitfähigen Kontaktstruktur innerhalb des Verkapselungsstoffs in einer Richtung zwischen zwei gegenüberliegenden (oder entgegengesetzten) Hauptoberflächen (die parallel zueinander ausgerichtet sein können) der Baugruppe beabstandet sind.

[0006] Gemäß einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird eine Leistungsbaugruppe bereitgestellt, die Folgendes aufweist: eine Mehrzahl von Halbleiter-Leistungschips (die elektrisch miteinander verbunden sein können), ein Verkapselungsstoff, der zumindest einen Teil (oder Abschnitt) von jedem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips verkapselt, eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips elektrisch gekoppelt ist, eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb der Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips elektrisch verbunden ist, wobei zumindest ein Abschnitt (oder ein Teil) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (insbesondere innerhalb des Verkapselungsstoffs) und zumindest ein Abschnitt (oder ein Teil) der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (insbesondere innerhalb des Verkapselungsstoffs) vertikal beabstandet sind und voneinander elektrisch entkoppelt sind (wobei eine horizontale Richtung gegenüberliegenden (oder entgegengesetzten) Hauptoberflächen der Baugruppe entsprechen kann).

[0007] Gemäß noch einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird ein Kraftfahrzeug bereitgestellt, das eine der Baugruppen mit den oben genannten Merkmalen aufweist.

[0008] Gemäß noch einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird ein Verfahren zum Herstellen einer Baugruppe bereitgestellt, wobei das Verfahren Folgendes aufweist: Verkapseln von zumindest einem Teil (oder Abschnitt) von mindestens einem elektronischen Chip mit einem Verkapselungsstoff, Bereitstellen einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von dem mindestens einen elektronischen Chip elektrisch gekoppelt ist, Bereitstellen einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von dem mindestens einen elektronischen Chip elektrisch gekoppelt ist, und Beabstanden von mindestens einem Abschnitt (oder einem Teil) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und mindestens

einem Abschnitt (oder einem Teil) der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur innerhalb des Verkapselungsstoffs voneinander in einer Richtung, die sich zwischen zwei gegenüberliegenden (oder entgegengesetzten) Hauptoberflächen der Baugruppe erstreckt.

[0009] Gemäß noch einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird ein Verfahren zum Herstellen einer Leistungsbaugruppe bereitgestellt, welches Verfahren Folgendes aufweist: Verkapseln von zumindest einem Teil (oder einem Abschnitt) von jedem von einer Mehrzahl von Halbleiter-Leistungschips durch einen Verkapselungsstoff, Bereitstellen einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips elektrisch gekoppelt ist, Bereitstellen einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur, die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips elektrisch gekoppelt ist, und elektrisch Entkoppeln der ersten elektrisch leitfähigen Leiterstruktur von der zweiten elektrisch leitfähigen Leiterstruktur durch vertikales Beabstanden von zumindest Abschnitten (oder Teilen) derselben innerhalb des Verkapselungsstoffs.

[0010] Gemäß noch einer anderen beispielhaften Ausführungsform wird eine der Baugruppen mit den oben genannten Merkmalen für Automobilanwendungen verwendet.

[0011] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine Baugruppe oder ein Modul bereitgestellt, das es ermöglicht, eine niedrige Induktanz von Leitern von elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen des Moduls, die Signale und/oder Leistung zwischen einem Innenraum und einem Außenraum der Baugruppe leiten, zu erhalten. Um dies zu erreichen, weist die Baugruppe zwei elektrisch leitfähige Kontaktstrukturen auf, die, zumindest in eingekapselten Abschnitten derselben, mit einem vertikalen Zwischenraum dazwischen angeordnet sind, anstatt dass alle lateral (oder seitlich) nebeneinander angeordnet sind. Somit können Leiter von elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen einer derartigen Baugruppe vertikal beabstandet sein, was sich als eine effiziente Maßnahme zum Verringern der parasitären Induktanz, die durch die elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen ausgebildet werden, herausgestellt hat. Mit einem derartigen Aufbau mit niedriger Induktanz (oder Induktivität) wird es möglich, den einen oder mehrere elektronische Chips, die innerhalb einer derartigen Baugruppe integriert sind, mit einer schnelleren Geschwindigkeit zu schalten, während Verluste, die durch die parasitäre Induktanz verur-

sacht sind, während derartiger Schaltvorgänge niedrig gehalten werden.

[0012] Dadurch, dass vertikal beabstandete, verkapselte Abschnitte von zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen (insbesondere entsprechende Abschnitte, die in Beziehung zu Leistungsanschlüssen stehen) mit einer zuverlässigen, dielektrischen Entkopplung, jedoch vorzugsweise einem kleinen Abstand, vertikal beabstandet werden, kann eine sehr kleine parasitäre Induktanz der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen erzielt werden. Infolgedessen können Hochspannungs-Spitzen während des Schaltens von einem oder mehreren elektronischen Chips der Baugruppe sicher vermieden werden, wodurch die elektrische Zuverlässigkeit und Integrität (oder Unversehrtheit) der Baugruppe verbessert werden. Dies ermöglicht auch, die Schaltgeschwindigkeit zu erhöhen, wodurch die elektrische Leistungsfähigkeit erhöht wird.

[0013] Genauer gesagt ist eine derartige Architektur der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen (wie etwa Leiterrahmen) von besonderem Vorteil, wenn die Baugruppe oder das Leistungsmodul als Inverter (oder Umrichter) oder für eine andere Automobil-Leistungsanwendung ausgebildet ist, weil hier der störende Einfluss der parasitären Induktanzen, die durch die elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen beigesteuert werden, besonders hoch ist.

Beschreibung weiterer beispielhafter Ausführungsformen

[0014] Im Folgenden werden weitere beispielhafte Ausführungsformen der Baugruppe, des Kraftfahrzeugs und der Verfahren erläutert.

[0015] In einer Ausführungsform weist die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur mindestens einen Signalanschluss und/oder mindestens einen ersten Zuleitungsanschluss (oder Versorgungsanschluss) auf. In diesem Kontext bezeichnet der Ausdruck „Signalanschlüsse“ Anschlüsse der entsprechenden, elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen, über die Signale zwischen einem Innenraum und einem Außenraum der Baugruppe geleitet werden. Im Gegensatz dazu können der eine oder die mehreren Zuleitungsanschlüsse der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur bestimmte elektrische Potenziale (wie etwa ein Plus- oder positives Potenzial, ein Minus- oder negatives Potenzial) dem einen oder den mehreren verkapselten elektronischen Chips zuführen. Beispielsweise können Signalanschlüsse einen im Wesentlichen kreisförmigen oder quadratförmigen Querschnitt aufweisen. Somit kann ein Signalanschluss eine drahtartige oder Filament-artige Struktur ausbilden. Im Gegensatz dazu können Leistungsanschlüsse einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen, wobei das Rechteck Seiten von signifikant unter-

schiedlichen Längen (beispielsweise mit einem Längenverhältnis von mindestens drei) aufweisen kann. Somit kann ein Leistungsanschluss eine streifenartige Struktur ausbilden. Insbesondere Leistungsanschlüsse sind anfällig zum Einführen einer signifikanten parasitären Kapazität, so dass deren vertikale Beabstandung besonders ausgeprägte Vorteile bereitstellt.

[0016] In einer Ausführungsform weist die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur mindestens einen zweiten Zuführungsanschluss (oder Versorgungsanschluss) auf. So wie das oben angemerkt worden ist, kann der Zuführungsanschluss ein definiertes elektrisches Potenzial (wie etwa ein Pluspotenzial, ein Minuspotenzial usw.) dem einen oder den mehreren elektronischen oder Halbleiter-Chips zuführen, wobei ein derartiges Potenzial auch als eine Energiezufuhr (oder Stromversorgung) zum Betreiben des einen oder der mehreren elektronischen Chips dienen kann.

[0017] In einer Ausführungsform erstrecken sich der mindestens eine erste Zuführungsanschluss und der mindestens eine zweite Zuführungsanschluss zumindest teilweise in unterschiedlichen Ebenen zwischen zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe. Folglich können zumindest Abschnitte (oder Teile) des ersten und des zweiten Zuführungsanschlusses im Zusammenhang stehen mit verschiedenen, und vorzugsweise (jedoch nicht notwendigerweise) parallelen, Ebenen, was die parasitäre Induktanz (oder Induktivität) verringert und folglich zu einem Betrieb mit niedrigem Verlust selbst in Gegenwart eines schnellen Schaltbetriebs beiträgt.

[0018] In einer Ausführungsform weist der mindestens eine erste Zuführungsanschluss einen Anschluss für ein positives Potenzial auf und der mindestens eine zweite Zuführungsanschluss weist einen Anschluss für ein negatives Potenzial auf. Der Anschluss für das positive Potenzial und der Anschluss für das negative Potenzial können benachbart oder nebeneinander angeordnet sein. Folglich können insbesondere die zwei Zuführungsanschlüsse mit dem größten Unterschied in Bezug auf das elektrische Potenzial vertikal beabstandet sein zum effizienten Unterdrücken von auf parasitärer Induktanz begründeten Artefakten.

[0019] In einer Ausführungsform weist der mindestens eine erste Zuführungsanschluss zusätzlich einen Phasenanschluss auf, der sich insbesondere in derselben Ebene wie der Anschluss für das positive Potenzial erstreckt. Somit können die Phasenebene und die Ebene für das positive Potenzial (oder alternativ die Phasenebene und die Ebene für das negative Potenzial) komplanar (oder in der gleichen Ebene liegend) sein, wohingegen der entsprechende andere geladene Zuführungsanschluss (d.h. der Zufüh-

rungsanschluss, der ein negatives Potenzial oder ein positives Potenzial trägt) zumindest teilweise in einer verschiedenen, gesonderten Ebene angeordnet sein können.

[0020] In einer Ausführungsform weist der mindestens eine Signalanschluss eine kleinere Abmessung (insbesondere eine kleinere Querschnittsfläche) als der mindestens eine erste Zuführungsanschluss auf. Durch Konfigurieren der (in vielen Fällen großen Mehrzahl von) Signalanschlüssen mit einer kleinen Ausdehnung, und durch Konfigurieren des Zuführungsanschlusses (oder der (in vielen Fällen nur wenigen) Zuführungsanschlüsse) mit größeren Abmessungen kann eine kompakte Baugruppe mit geeigneter elektronischer Funktionalität erhalten werden.

[0021] In einer Ausführungsform erstreckt sich der mindestens eine Signalanschluss aus dem Verkapselungsstoff heraus entlang einer ersten Richtung, die sich von einer zweiten Richtung unterscheidet, entlang der der mindestens eine erste Versorgungsanschluss sich aus dem Verkapselungsstoff heraus erstreckt. Durch Treffen dieser Maßnahme kann mehr als eine seitliche Oberfläche der Baugruppe zum Herausführen des entsprechenden Anschlusses (oder der entsprechenden Anschlüsse) der entsprechenden elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur aus der Baugruppe heraus verwendet werden. Dies führt zu einer(m) kompakten Konfiguration (oder Aufbau) und trennt räumlich in intuitiver Weise die Signalanschlüsse von den Zuführungsanschlüssen. Jedoch ist es alternativ auch möglich, dass beispielsweise ein Versorgungsanschluss sich entlang der ersten Richtung aus dem Verkapselungsstoff heraus erstreckt.

[0022] In einer Ausführungsform erstrecken sich zumindest ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und zumindest ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur parallel zueinander. Eine derartige parallele Ausrichtung hält den Abstand zwischen den entsprechenden Abschnitten der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen räumlich konstant, und vermeidet folglich lokale Schwachpunkte in Bezug auf parasitäre Induktanz und ungewünschte elektrische Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Leitungen oder Drähten. Auch im Hinblick auf die Herstellbarkeit führt die parallele Anordnung zu einer leicht herstellbaren Architektur.

[0023] In einer Ausführungsform weist der Verkapselungsstoff einen Hauptteil und einen Fortsatz, der schmaler als der Hauptteil ist, auf, wobei die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur und die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur sich teilweise durch den Fortsatz erstrecken und voneinander elektrisch entkoppelt sein können durch elektrisch isolierendes Material des Fortsatzes des Verkapselungsstoffs. Der Hauptteil und der Fortsatz kön-

nen eine integrale (oder einheitliche) Struktur ausbilden (können beispielsweise gleichzeitig ausgebildet werden durch Ausformung unter Verwendung eines entsprechend ausgeformten Formwerkzeugs). Indem der Verkapselungsstoff, insbesondere eine Form- (oder Schmelzform-)Verbindung, im Hinblick auf einen im Wesentlichen quaderförmigen Abschnitt der Baugruppe einfach erstreckt wird, können die sich parallel erstreckenden Abschnitte der verschiedenen, elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen durch dielektrisches Material des Verkapselungsstoffs zuverlässig elektrisch isoliert werden. Dies ist eine einfache und effiziente Maßnahme, die keine zusätzlichen Herstellungsschritte erfordert, zum Sicherstellen einer elektrischen Isolation zwischen den vertikal beabstandeten, elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen.

[0024] In einer Ausführungsform weist die Baugruppe eine dielektrische Schicht (wie etwa eine elektrisch isolierende Folie) zwischen einem Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und einem Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (insbesondere außerhalb von und/oder innerhalb von dem Verkapselungsstoff angeordnet) auf zum elektrischen Entkoppeln der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur voneinander. Zusätzlich oder alternativ zum Bereitstellen eines Fortsatzes des Verkapselungsstoffs kann eine elektrische Isolation zwischen den zwei vertikal beabstandeten, elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen auch erzielt oder verbessert werden, indem eine dielektrische Folie (beispielsweise eine Schicht aus Polyimid oder Kapton®) zwischen den elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen eingelegt (oder dazwischengelegt) wird. Das Dazwischen-Anordnen einer derartigen dielektrischen Folie kann ausgeführt werden, wenn die verschiedenen Komponenten der Baugruppe in einem Formgebungswerkzeug zum anschließenden Verkapseln durch Formgeben (molding) angeordnet sind. In vorteilhafter Weise kann die dielektrische Schicht zwei entgegengesetzte, klebende Hauptoberflächen aufweisen, so dass die dielektrische Schicht sowohl an der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur als auch an der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur richtig anhaftet.

[0025] In einer Ausführungsform weist die Baugruppe einen Chipträger auf, auf dem der mindestens eine elektronische Chip befestigt (oder montiert) ist. Es ist auch möglich, dass mehr als ein Chipträger in der Baugruppe bereitgestellt ist und/oder dass mehr als ein elektronischer Chip auf ein und demselben Chipträger montiert ist. Beispielsweise kann der mindestens eine elektronische Chip auf dem Chipträger mechanisch und/oder elektrisch verbunden sein, beispielsweise durch Löten, Sintern, Anhaften usw. Zumindest ein Teil des Chipträgers kann auch als ein

Teil von einer der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen ausgeführt sein.

[0026] In einer Ausführungsform weist die Baugruppe elektrische Verbindungselemente auf, insbesondere mindestens eines aus der Gruppe, die aus Folgendem besteht: Anschlussdrähte, Anschlussbänder und Lötstrukturen, die den Chipträger mit der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur elektrisch verbinden. Beispielsweise kann eine derartige elektrische Verbindung aus Aluminium oder Kupfer hergestellt werden. Für die relativ kleinen Signalanschlüsse kann die Verbindung durch Drahtbonden verwirklicht werden, wohingegen die größeren Zuführungsanschlüsse mit Verbindungsbändern (oder Verbindungsdrähten) verbunden werden können. In einer Ausführungsform kann ein erstes Verfahren (oder Prozedur) zum elektrischen Kontaktieren durch Ausbilden der elektrischen Verbindungselemente beim Bereitstellen der (insbesondere unteren) ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur verwirklicht werden, wohingegen beim anschließenden Bereitstellen der (insbesondere oberen) zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur zusätzliche elektrische Verbindungselemente später ausgebildet werden können.

[0027] In einer Ausführungsform erstreckt sich mindestens ein anderer Abschnitt (insbesondere ein bloßliegender Endabschnitt) der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur in der gleichen Ebene wie mindestens ein anderer Abschnitt (insbesondere ein bloßliegender Endabschnitt) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur. Mit anderen Worten, es können mindestens ein anderer Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und mindestens ein anderer Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur außerhalb des Verkapselungsstoffs komplanar (oder in der gleichen Ebene liegend) sein. Dies stellt ein kompaktes Design sicher. Durch Führen der bloßliegenden Endabschnitte von der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur zurück in die Ebene, in der (insbesondere in der die gesamte) erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur sich erstreckt, verändert sich das äußere Erscheinungsbild - und insbesondere die geometrische Anordnung der elektrischen Kontakte - der Baugruppe oder des Moduls nicht im Vergleich zu herkömmlichen Baugruppen. Nur in einem Innenraum des Verkapselungsstoffs tritt dann die Anordnung in parallelen, vertikal beabstandeten Ebenen auf. Folglich kann die Baugruppe mit bestehenden Verbindungstechnologie für derartige Baugruppen strukturell oder geometrisch kompatibel sein, so dass keine Anpassung von elektronischen Peripheriegeräten erforderlich ist, um mit einer Baugruppe gemäß einer beispielhaften Ausführungsform kompatibel zu sein.

[0028] In einer Ausführungsform ist die Baugruppe als ein Konverter, insbesondere ein Gleichspan-

nungswandler, konfiguriert. Ein derartiger Konverter kann zum Umwandeln einer Batteriespannung in eine Versorgungsspannung für einen Elektromotor konfiguriert sein, oder in umgekehrter Richtung. Daher können herkömmlich die hohen Schaltgeschwindigkeiten, die in einem derartigen Inverter auftreten, zu Verlusten als eine Folge der parasitären Induktanzen, die durch die Leitungen der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen beigesteuert werden, führen. Somit wird ein Betrieb der Inverter-Baugruppe mit niedrigem Verlust und hoher Geschwindigkeit mit der vertikalen Beabstandung und vorzugsweise parallelen Anordnung der Abschnitte der beiden elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen in der Architektur der Baugruppe gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung möglich.

[0029] In einer Ausführungsform weist mindestens eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur einen streifenförmigen Anschluss (insbesondere einen streifenförmigen Leistungsanschluss) auf. Die langen Seiten der Streifen können parallel und in verschiedenen Ebenen angeordnet sein, um die Induktanz (oder Induktivität) klein zu halten.

[0030] In einer Ausführungsform ist ein vertikaler Abstand zwischen den Abschnitten der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur innerhalb des Verkapselungsstoffs kleiner als 1000 μm , insbesondere in einem Bereich zwischen 100 μm und 400 μm , mehr insbesondere in einem Bereich zwischen 200 μm und 300 μm . Dies stellt sicher, dass eine hohe elektronische Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erzielt werden kann und gleichzeitig der Verbrauch von vertikalem Raum (oder Bauraum) klein und die parasitäre Induktanz klein wird. Insbesondere ist es gewünscht, dass der Abstand zwischen den beabstandeten Abschnitten der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen innerhalb eines Verkapselungsstoffs klein ist, um die Induktanz klein zu halten. Folglich kann die Baugruppe beständig gegenüber Hochspannung sein (beispielsweise kann sie mit Spannungen von bis zu 1200 V zuverlässig betreibbar sein), wenn der Zwischenraum in einem Bereich zwischen 200 μm und 300 μm ist. Gleichzeitig sollten jedoch die elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen so ausgebildet sein, dass sie in der Lage sind, einem hohen Druck (beispielsweise von 5 MPa), der während des Verkapselungsprozesses ausgeübt werden kann, insbesondere während eines Formgebungsprozesses, widerstehen zu können. Beim Ausüben eines derartigen Drucks sollte jeglicher ungewünschte elektrische Kontakt zwischen den beiden gesonderten, elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen vermieden werden. Eine derartige elektrische Entkopplung kann durch ein dreidimensionales Verbiegen von mindestens einer der zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen erzielt werden (vgl. **Fig. 3**). Auch kann in dieser Hin-

sicht das Zwischenlegen einer dielektrischen Folie zwischen die zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen vorteilhaft sein. Durch Treffen dieser Maßnahmen ist es möglich, eine Baugruppe zu erhalten, die für Anwendungen mit Hochgeschwindigkeitsschaltungen (die beispielsweise Frequenzen von 100 kHz bis 200 kHz involvieren) geeignet ist.

[0031] In einer Ausführungsform ist die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur vollständig eben. Folglich kann sie mit kleiner Mühe hergestellt werden, beispielsweise als eine gestanzte Kupferplatte.

[0032] In einer Ausführungsform weist die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur verschiedene (insbesondere ebene) Abschnitte auf, die sich in verschiedenen Ebenen erstrecken (siehe beispielsweise die stufenförmige Geometrie der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur gemäß der **Fig. 3**). Folglich kann sie mit geringem Aufwand hergestellt werden, beispielsweise als ausgestanzte und gebogene Kupferplatte. Außerhalb des Verkapselungsstoffs kann sie komplanar mit der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur sein, wohingegen sie sich innerhalb des Verkapselungsstoffs im Hinblick auf die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur vertikal beabstandet erstrecken kann.

[0033] In einer Ausführungsform erstreckt sich mindestens eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur an einer seitlichen Oberfläche der Baugruppe zwischen den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen aus dem Verkapselungsstoff heraus. Die Anschlüsse der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen können sich teilweise oder vollständig parallel zu den (insbesondere horizontalen) gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe erstrecken. Jedoch können sie den Verkapselungsstoff an (insbesondere vertikalen) Seitenwänden oder Rändern der Baugruppe verlassen.

[0034] In einer Ausführungsform weist die Baugruppe einen ersten Wärmeabführungskörper auf, der mit einer ersten Hauptoberfläche des mindestens einen elektronischen Chips thermisch gekoppelt ist und der zum Abführen von thermischer Energie (oder Wärmeenergie) aus dem mindestens einen elektronischen Chip ausgebildet ist, wobei der Verkapselungsstoff einen Teil des ersten Wärmeabführungskörpers verkapselt. Der erste Wärmeabführungskörper kann einen Teil von einer der äußeren Hauptoberflächen der Baugruppe ausbilden. In einer Ausführungsform kann der erste Wärmeabführungskörper (und/oder ein optionaler zweiter Wärmeabführungskörper) ein Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit aufweisen, so dass er in der Lage ist, Wärme aus dem einen oder den mehreren elektronischen Chips in eine Umgebung der Baugruppe effizient abzuführen. Insbesondere kann die Wärmeleitfähigkeit von

mindestens einem der Wärmeabführungskörper als ein Ganzes oder ein Material derselben mindestens 10 W/mK sein, insbesondere mindestens 50 W/mk.

[0035] In einer Ausführungsform weist die Baugruppe einen zweiten Wärmeabführungskörper auf, der mit einer zweiten Hauptoberfläche des mindestens einen elektronischen Chips oder von mindestens einem weiteren elektronischen Chip thermisch gekoppelt ist, und der zum Abführen von Wärmeenergie aus dem mindestens einen elektronischen Chip oder dem mindestens einen weiteren elektronischen Chip ausgebildet ist, wobei der Verkapselungsstoff einen Abschnitt des zweiten Wärmeabführungskörpers verkapselt. Der zweite Wärmeabführungskörper kann einen Teil von einer der äußeren Hauptoberflächen der Baugruppen ausbilden. Der Verkapselungsstoff kann einen Teil (insbesondere nur einen Teil) des zweiten Wärmeabführungskörpers verkapseln. Das Bereitstellen von zwei Wärmeabführungskörpern ermöglicht eine doppelseitige Kühlarchitektur (siehe beispielsweise **Fig. 1**).

[0036] In einer Ausführungsform ist der erste Wärmeabführungskörper als der oben genannte Chipträger konfiguriert. In einer derartigen Konfiguration kann der erste Wärmeabführungskörper gleichzeitig dazu dienen, den mindestens einen elektronischen Chip zu tragen und Wärme aus der Baugruppe abzuführen, wobei die Wärme durch den Chip (oder die Chips) während des Betriebs der Baugruppe erzeugt wird.

[0037] In einer Ausführungsform weist zumindest einer von dem ersten Wärmeabführungskörper und dem zweiten Wärmeabführungskörper eine elektrisch isolierende (und vorzugsweise thermisch hochleitfähige) Schicht auf, die eine erste Hauptoberfläche aufweist, die von einer ersten elektrisch leitfähigen Schicht bedeckt ist, und die eine zweite Hauptoberfläche aufweist, die von einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht bedeckt ist. Beispielsweise kann die elektrisch isolierende Schicht gleichzeitig thermisch hochleitfähig sein, was beispielsweise durch das Bereitstellen einer keramischen Schicht erzielt werden kann. Mindestens eine der elektrisch leitfähigen Schichten kann eine Kupferschicht sein, die eine hohe thermische (oder Wärme-) Leitfähigkeit mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit kombiniert. Jedoch ist Aluminium auch eine geeignete Materialwahl für mindestens eine der elektrisch leitfähigen Schichten. Beispielsweise kann mindestens einer von dem ersten Wärmeabführungskörper und dem zweiten Wärmeabführungskörper als mindestens einer aus der Gruppe, die Folgendes umfasst, ausgebildet sein: ein Kupfer-Direkt-Verbindung (DCB, Direct Copper Bonding)-Substrat und ein Aluminium-Direkt-Verbindung (DAB, Direct Aluminum Bonding) - Substrat.

[0038] Alternative Chipträger, die für andere Ausführungsformen verwendet werden können, können irgendeine Zwischenlegesicht (interposer) sein, wie etwa ein Substrat, ein Keramiks substrat, ein Laminar substrat, ein Leiterrahmen, ein IMS (Insulated Metal Substrate), eine Platine (PCB, printed circuit board) usw.

[0039] In einer Ausführungsform kann irgendeine der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen als ein entsprechender Leiterrahmen ausgeführt sein, der sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs erstreckt (wobei insbesondere einer oder mehrere bloßliegende Leiter oder Anschlüsse ausgebildet werden), und mit dem mindestens einen elektronischen Chip elektronisch gekoppelt sein (beispielsweise durch Drahtbonden). Durch eine derartige elektrisch leitfähige Kontaktstruktur kann der mindestens eine elektronische Chip mit einer elektronischen Umgebung der Baugruppe gekoppelt sein. Zu diesem Zweck können ein oder mehrere Beine der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen sich über den Verkapselungsstoff hinaus erstrecken. Ein Leiterrahmen kann eine Metallstruktur sein, die teilweise innerhalb einer Chipbaugruppe (chip package) ist und die zum Tragen von Signalen aus dem elektronischen Chip zu dem Außenbereich, und/oder umgekehrt, ausgebildet ist. Der elektronische Chip innerhalb der Baugruppe oder der elektronischen Komponente kann an dem Leiterrahmen befestigt sein, und dann können Bonddrähte bereitgestellt sein zum Befestigen von Anschlüssen oder Unterlagen (pads) des elektronischen Chips mit Leitern oder Anschlüssen des Leiterrahmens. Anschließend kann der Leiterrahmen in eine Kunststoff-Umhüllung oder irgendeinen anderen Verkapselungsstoff geformt (oder schmelzgeformt) werden.

[0040] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Verkapselungsstoff eine Formmasse (oder ein Schmelzformstoff). Für das Verkapseln durch Formgebung können ein Kunststoffmaterial oder ein Keramikmaterial verwendet werden. Der Verkapselungsstoff kann ein Epoxymaterial umfassen. Füllstoffpartikel (beispielsweise SiO_2 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , BN, AlN, Diamant usw.), beispielsweise zum Verbessern der thermischen Leitfähigkeit, können in einer Epoxybasier ten Matrix des Verkapselungsstoffs eingebettet sein.

[0041] In einer Ausführungsform ist der elektronische Chip als ein Leistungs-Halbleiterchip ausgebildet. Folglich kann der elektronische Chip (wie etwa ein Halbleiterchip) für Leistungsanwendungen, beispielsweise in der Automobilindustrie, verwendet werden und kann beispielsweise mindestens einen integrierten Isolierschicht-Bipolar Transistor (IGBT, insulated-gate bipolar transistor) und/oder mindestens einen Transistor einer anderen Art (wie etwa ein MOSFET, ein JFET usw.) und/oder mindestens eine integrierte Diode aufweisen. Derartige

integrierte Schaltungselemente können beispielsweise in Siliziumtechnologie hergestellt werden oder auf Halbleitern mit hoher Bandlücke (wie etwa Siliziumcarbid, Galliumnitrid oder Galliumnitrid auf Silizium) basieren. Ein Halbleiter-Leistungschip kann einen oder mehrere der Folgenden aufweisen: Feldeffekt-Transistoren, Dioden, Inverter-Schaltkreise, Halbbrücken, Voll-Brücken, Treiber, Logik-Schaltkreise, weitere Geräte usw.

[0042] In einer Ausführungsform erfährt der elektronische Chip einen vertikalen Stromfluss. Die Architektur der Baugruppe gemäß beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung ist besonders für Hochleistungsanwendungen geeignet, in denen ein vertikaler Stromfluss gewünscht ist, d.h. ein Stromfluss in einer Richtung senkrecht zu den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen des elektronischen Chips, von denen eine zum Befestigen (oder Montieren) des elektronischen Chips auf dem Träger verwendet wird.

[0043] In Ausführungsformen kann die elektronische Komponente als eine der Folgenden konfiguriert sein: eine Halb-Brücke, ein Kaskoden-Schaltkreis, ein Schaltkreis, der durch einen Feldeffekttransistor und einen Bipolartransistor, die parallel zueinander verbunden sind, ausgebildet ist, oder ein Leistungshalbleiter-Schaltkreis. Daher ist die Architektur der Baugruppe gemäß beispielhafter Ausführungsformen mit den Anforderungen von sehr verschiedenen Schaltkreiskonzepten kompatibel.

[0044] In einer Ausführungsform ist die elektronische Komponente konfiguriert als eine aus der Gruppe, die Folgendes umfasst: ein über einen Leiterraum verbundenes Leistungsmodul (leadrame connected power module), eine elektronische Komponente mit Transistorumriss (TO, Transistor Outline), eine elektronische Komponente mit vier Flachseiten und ohne Leiter versehenem Gehäuse (QFN, Quad Flat No Leads Package), eine elektronische Komponente mit kleinem Umriss (SO, Small Outline), eine elektronische Komponente mit einem Transistor mit kleinem Umriss (SOT, Small Outline Transistor) und eine elektronische Komponente mit einem Dünn-Mehr-Umriss-Gehäuse (TSOP, Thin More Outline Package). Folglich ist die Baugruppe gemäß einer beispielhaften Ausführungsform mit standardmäßigen Einhausungskonzepten vollständig kompatibel (insbesondere mit standardmäßigen TO-Einhausungskonzepten vollständig kompatibel) und erscheint von außen wie eine herkömmliche elektronische Komponente, was höchst benutzerfreundlich ist. In einer Ausführungsform ist die Baugruppe als Leistungsmodul konfiguriert, z.B. ein geformtes (oder pressgeformtes) Leistungsmodul (molded power module). Beispielsweise kann eine beispielhafte Ausführungsform der elektronischen Komponente ein intelligentes Leistungsmodul (IPM, intelligent power module) sein.

[0045] Als Substrat oder Wafer, das/der die Basis des elektronischen Chips ausbildet, kann ein Halbleitersubstrat, vorzugsweise ein Siliziumsubstrat, verwendet werden. Alternativ kann ein Substrat aus Siliziumoxid oder einem anderen Isolator bereitgestellt werden. Es ist auch möglich, ein Germanium-Substrat oder ein III-V-Halbleiter-Material zu implementieren. Beispielhafte Ausführungsformen können zum Beispiel in GaN- oder SiC-Technologie implementiert werden.

[0046] Des Weiteren können beispielhafte Ausführungsformen sich Folgendes zu Nutzen machen: standardmäßige Halbleiter-Verarbeitungstechnologien, wie etwa geeignete Ätztechniken (einschließlich isotrope und anisotrope Ätztechniken, insbesondere Plasma-Ätzen, Trocken-Ätzen, Nass-Ätzen), Musterbildungstechniken (die lithographische Masken einbeziehen können), Abscheidungstechniken (wie etwa chemische Dampfabscheidung (CVD, chemical vapour deposition), Plasma-verstärkte chemische Dampfabscheidung (PECVD, plasma enhanced chemical vapour deposition), atomare Schichtabscheidung (ALD, atomic layer deposition), Sputtern, usw.).

[0047] Die obigen und andere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung und den beigefügten Patentansprüchen offensichtlich, wenn diese im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen herangezogen werden, in denen gleiche Teile oder Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

Figurenliste

[0048] Die beigefügten Zeichnungen, die beigefügt sind, um ein weiteres Verständnis von beispielhaften Ausführungsformen bereitzustellen und die einen Teil der Beschreibung bilden, veranschaulichen beispielhafte Ausführungsformen. Für die Figuren gilt:

Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht einer Baugruppe mit doppelseitiger Kühlung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 2 zeigt eine dreidimensionale Ansicht einer Leistungsbaugruppe gemäß einer anderen beispielhaften Ausführungsform.

Fig. 3 zeigt eine dreidimensionale Ansicht eines Inneren der Leistungsbaugruppe gemäß **Fig. 2**.

Fig. 4 bis Fig. 7 zeigen Aufsichten von Strukturen, die durch Herstellen einer Leistungsbaugruppe gemäß einer beispielhaften Ausführungsform erhalten werden.

Fig. 8 zeigt eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs mit einer Baugruppe gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

Ausführliche Beschreibung von
beispielhaften Ausführungsformen

[0049] Die Darstellung in den Zeichnungen ist schematisch. Bevor weitere beispielhafte Ausführungsformen in näherer Einzelheit beschrieben werden, werden einige grundlegende Betrachtungen der gegenwärtigen Erfinder zusammengefasst, worauf basiert beispielhafte Ausführungsformen entwickelt worden sind, die eine elektronisch zuverlässige Baugruppe mit niedrigem Verlust während des Betriebs bereitstellen.

[0050] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung wird ein geformtes (oder pressgeformtes) Leistungsmodul mit niedriger Induktanz (oder Induktivität) bereitgestellt.

[0051] Ein Aufbau einer Inverter-Baugruppe mit niedriger Induktanz ist von äußerster Wichtigkeit für ihre Verwendung bei höherer Schaltgeschwindigkeit, in Verbindung mit niedrigen Schaltverlusten und einer resultierenden höheren Effizienz. Dies kann herkömmlich nur mit hohem Aufwand und nur bis zu einem begrenzten Ausmaß erzielt werden. Überspannung und Überlast können durch eine Verringerung der Schaltgeschwindigkeit vermieden werden. Dies führt jedoch zu einer Zunahme des Schaltverlusts innerhalb der Elektronik oder des Halbleiter-Chips, und ist daher keine realistische Option. Herkömmlich werden Leistungsanschlüsse eines geformten Moduls in einer gemeinsamen Ebene aus dem Verkapselungsstoff heraus geführt.

[0052] Jedoch beeinflusst der Entwurf (oder das Design) der Baugruppe stark die Schaltcharakteristik eines Inverters und anderer Schaltkreiselemente der Baugruppe, im Besonderen der Entwurf (oder das Design) der Verbindungsanschlüsse. Beispielhafte Ausführungsformen stellen eine Architektur der Anschlüsse bereit, die zu einer nur kleinen parasitären Induktanz führen. In dem Szenario von schnell schaltenden Leistungsbaugruppen ist es möglich, eine elektrisch leitfähige Verbindungsstruktur der Baugruppe in einer Weise zu entwerfen, dass die parasitäre Induktanz der Gleichstromeingänge klein gehalten wird oder sogar minimiert wird. Durch Treffen dieser Maßnahme können Spannungsspitzen während des Einschaltens und Ausschaltens des Halbleiterchips und von dessen integrierten Schaltkreiselementen klein gehalten werden. Dies kann in sicherer Weise eine hohe Last davon abhalten, die Baugruppe und ihre Komponenten zu beeinträchtigen. Des Weiteren können eine Verschlechterung oder sogar eine Beschädigung von dem einen oder den mehreren elektronischen Chips, die von durch eine hohe parasitäre Induktanz verursachten Effekten herrühren, sicher vermieden werden.

[0053] Um die obigen Mängel zu überwinden, führt eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung die Verbindungsanschlüsse (insbesondere Leistungsanschlüsse, wie etwa einen Plus-Leistungsanschluss und einen Minus-Leistungsanschluss), die herkömmlich signifikant zu der parasitären Induktanz beitragen, vertikal beabstandet und parallel zueinander aus dem Verkapselungsstoff heraus.

[0054] Zusätzlich zu einem ersten Leiterraum (was eine Ausführungsform einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur der Baugruppe sein kann), der alle Signalanschlüsse ebenso wie einen Plus-Potenzialanschluss und einen Phasenanschluss führen kann, ist es möglich, zusätzlich einen weiteren Versorgungsanschluss (beispielsweise einen Minus-Potenzialanschluss) über dem Plus-Potenzialanschluss anzuordnen. Dieser zusätzliche Minus-Potenzialanschluss kann einen Teil eines zweiten Leiterraums (der eine Ausführungsform einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur sein kann) ausbilden.

[0055] Eine gewünschte elektrische Isolierung zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen kann durch Material eines Verkapselungsstoffs (insbesondere eine Formmasse (mold compound), wie etwa ein Epoxyharz) beim Einkapseln (insbesondere beim Formen (oder Pressformen)) erreicht werden. Falls dies gewünscht ist, ist es auch möglich, die elektrische Isolierung unter Verwendung einer elektrisch isolierenden Folie (die beispielsweise aus Kapton® hergestellt ist), die als ein Abstandshalter zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen angeordnet werden kann, zu erzielen oder zu verstärken. Diese dielektrische Folie kann dann vor dem Einkapselungsprozess (insbesondere vor dem Formgebungsprozess) zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen eingefügt werden, welche Kontaktstrukturen folglich voneinander elektrisch entkoppelt sind.

[0056] Ein Substrat oder Chipträger, auf dem eine oder die mehreren elektronischen Chips (insbesondere Halbleiter-Leistungschips) montiert sind (beispielsweise gelötet oder gesintert sind), kann mit elektrischen Verbindungselementen, wie etwa Aluminiumbändern oder Aluminiumdrähten, mit einem Basis-Leiterrahmen, der die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur ausbildet, verbunden werden. Danach kann die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur, insbesondere ein zweiter Leiterraum, mit dieser Anordnung verbunden werden und kann durch weitere elektrische Verbindungselemente, beispielsweise Aluminiumbänder, mit dem Chipträger kontaktiert werden. Die genannten Band- oder Drahtverbindungen können alternativ auch durch Lötverbindungen usw. realisiert werden.

[0057] Danach können die Bestandteile der Baugruppe eingekapselt werden, beispielsweise mit ei-

ner Formmasse (mold compound). Am Ende des Herstellungsprozesses kann die hergestellte Baugruppe vervollständigt werden, indem Abschnitte von einem oder beiden der (beispielsweise Leiterraahmen-artigen) elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen, die sich aus dem Verkapselungsstoff heraus erstrecken, ausgestanzt werden. Ausgebildete Leistungsanschlüsse und Signalanschlüsse können mit einem elektronischen Peripheriegerät verbunden werden.

[0058] Fig. 1 zeigt eine Querschnittsansicht einer Baugruppe 100 mit doppelseitiger Kühlung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

[0059] Die Baugruppe 100 gemäß Fig. 1 umfasst zwei elektronische Chips 102, die hier als Leistungshalbleiterchips ausgeführt sind. Der auf der linken Seite der Fig. 1 gezeigte elektronische Chip 102 kann ein Dioden-Chip sein, wohingegen der auf der rechten Seite der Fig. 1 gezeigte elektronische Chip 102 ein IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)-Chip sein kann.

[0060] Ein erster Wärmeabführungskörper 104, der einen Chipträger ausbildet und als ein DCB (Direct Copper Bonding)-Substrat ausgeführt ist, ist thermisch und mechanisch mit einer ersten Hauptoberfläche der elektronischen Chips 102 gekoppelt und bildet einen Teil einer äußeren Oberfläche der Baugruppe 100. Der erste Wärmeabführungskörper 104 ist ausgebildet zum Abführen von Wärmeenergie während des Betriebs der Baugruppe 100 aus den elektronischen Chips 102 zu einem Baugruppen-externen Kühlkörper und/oder Kühlfluid (nicht gezeigt). Der erste Wärmeabführungskörper 104 umfasst eine mittlere, elektrisch isolierende und thermisch leitfähige Schicht 110, die hier aus Keramikmaterial, wie etwa Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, hergestellt ist, und die eine erste Hauptoberfläche aufweist, welche von einer ersten elektrisch leitfähigen Schicht 112, die hier als eine gemusterte (patterned) Kupferschicht ausgeführt ist, bedeckt ist, und die eine gegenüberliegende, zweite Hauptoberfläche aufweist, welche von einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht 114, die hier als eine kontinuierliche Kupferschicht ausgeführt ist, bedeckt ist. Die elektronischen Chips 102 sind auf dem ersten Wärmeabführungskörper 104 montiert und gelötet und sind mit der ersten elektrisch leitfähigen Schicht 112 durch Bonddrähte oder Bondbänder als die elektrischen Verbindungselemente 172 elektrisch verbunden. Genauer gesagt können die elektrischen Verbindungselemente 172 den ersten Wärmeabführungskörper 104 mit einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur 118 und einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur 119 elektrisch verbinden. Folglich wirkt der erste Wärmeabführungskörper 104 als ein Chipträger und als eine Wärmesenke. Die zweite elektrisch leitfähige Schicht 114 des ersten Wärmeabführungskörpers 104 bildet einen Teil einer äußeren Oberfläche der

Baugruppe 100 und trägt damit während des Betriebs der Baugruppe 100 signifikant zu der Wärmeabfuhr aus den elektronischen Chips 102 bei.

[0061] Optionale Abstandshalterkörper 174, die als Kupferblöcke ausgeführt sein können, sind auf oberen Hauptoberflächen der elektronischen Chips 102 gelötet.

[0062] Des Weiteren ist ein zweiter Wärmeabführungskörper 106 mit einer zweiten Hauptoberfläche der elektronischen Chips 102 über die Abstandshalterkörper 174 thermisch gekoppelt. Auch der zweite Wärmeabführungskörper 106 umfasst eine mittlere, elektrisch isolierende und thermisch leitfähige Schicht 110, die aus einer Keramik, wie etwa Siliziumnitrid, hergestellt sein kann, die eine erste Hauptoberfläche aufweist, welche von einer ersten elektrisch leitfähigen Schicht 112, die hier als eine Kupferschicht ausgeführt ist, bedeckt ist, und die eine gegenüberliegende, zweite Hauptoberfläche aufweist, die von einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht 114, die hier als eine weitere Kupferschicht ausgeführt ist, bedeckt ist. Die erste elektrisch leitfähige Schicht 112 des zweiten Wärmeabführungskörpers 106 ist auf die Abstandshalterkörper 174 gelötet. Die zweite elektrisch leitfähige Schicht 114 des zweiten Wärmeabführungskörpers 106 bildet einen Teil einer äußeren Oberfläche der Baugruppe 100 und trägt damit während des Betriebs der Baugruppe 100 signifikant zu der Wärmeabfuhr aus den elektronischen Chips 102 bei. Als Ganzes ist der zweite Wärmeabführungskörper 106 als eine Wärmesenke zum Abführen von thermischer Energie aus den elektronischen Chips 102 konfiguriert.

[0063] Eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur 118, die hier als ein Leiterraahmen ausgeführt ist, erstreckt sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs 108 und ist über eine Lötverbindung mit der gemusterten, ersten elektrisch leitfähigen Schicht 112 des Chipträgers 104 und über die Bonddrähte 172 mit den elektronischen Chips 102 elektrisch gekoppelt. In entsprechender Weise erstreckt sich eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur 119, die hier als ein weiterer Leiterraahmen ausgeführt ist, teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs 108 und ist über eine Lötverbindung mit der gemusterten, ersten elektrisch leitfähigen Schicht 112 des Chipträgers 104 und über die Bonddrähte 172 mit den elektronischen Chips 102 elektrisch gekoppelt.

[0064] Des Weiteren umfasst die Baugruppe 100 einen formartigen (oder formgebungsartigen, mold-type) Verkapselungsstoff 108, der die elektronischen Chips 102, die Abstandshalterkörper 174, nur einen Teil der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur 118, nur einen Teil der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur 119, nur einen Teil des ers-

ten Wärmeabführungskörpers **104** und nur einen Teil des zweiten Wärmeabführungskörpers **106** verkapselt. Der von dem Verkapselungsstoff **108** verkapselte Abschnitt (oder Teil) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** dient zum elektrischen Kontaktieren der elektronischen Chips **102**, wohingegen ein anderer Teil der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118**, der aus dem Verkapselungsstoff **108** bloßliegt, einen oder mehrere Leiter oder Anschlüsse zum Verbinden mit einem elektronischen Peripheriegerät (nicht gezeigt) bereitstellt. In entsprechender Weise dient der von dem Verkapselungsstoff **108** verkapselte Abschnitt (oder Teil) der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** zum elektrischen Kontaktieren der elektronischen Chips **102**, wohingegen ein anderer Teil der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119**, der aus dem Verkapselungsstoff **108** bloßliegt, einen oder mehreren Leiter oder Anschlüsse zur Verbindung mit dem elektronischen Peripheriegerät bereitstellt. Weil die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** und die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs **108** erstrecken und mit den elektronischen Chips **102** elektrisch gekoppelt sind, sind sie in der Lage, eine elektrische Kopplung zwischen einem Äußeren (einem Außenbereich) und einem Inneren (einem Innenbereich) der Baugruppe **100** bereitzustellen.

[0065] Aufgrund des Bereitstellens des ersten Wärmeabführungskörpers **104** und des zweiten Wärmeabführungskörpers **106** ist die Baugruppe **100** für eine doppelseitige Kühlung ausgelegt. Mit anderen Worten sind die zwei elektronischen Chips **102** mit den zwei Wärmeabführungskörpern oder Chipträgern **104**, **106** verbunden, so dass Wärmeenergie aus zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe **100** abführbar ist. Folglich ist die Kühlleistung der Baugruppe **100** sehr hoch.

[0066] Genauer gesagt ist die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** mit einem oder mehreren ersten Anschlüssen (wie etwa Pads) der elektronischen Chips **102** elektrisch gekoppelt. In entsprechender Weise ist die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** mit einem oder mehreren zweiten Anschlüssen (wie etwa Pads) der elektronischen Chips **102** elektrisch gekoppelt. Die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** kann ein weiterer Leiterahmen sein, oder kann ein Teil desselben Leiterahmens wie die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** sein. In vorteilhafter Weise sind ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** in einer vertikalen Richtung zwischen zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe **100** um einen Abstand d beabstandet. So wie das der **Fig. 1** ebenso entnommen werden kann, umfasst die erste elektrisch leitfähige

Kontaktstruktur **118** Signalanschlüsse **160** und einen ersten Zuführungsanschluss (oder Versorgungsanschluss) **162**. Die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** umfasst einen zweiten Zuführungsanschluss (oder Versorgungsanschluss) **164**. Die Signalanschlüsse **116** sind ausgebildet zum Tragen von elektrischen Signalen, die von der Baugruppe **100** erzeugt und/oder verarbeitet werden. Der erste Zuführungsanschluss **162** und der zweite Zuführungsanschluss **164** sind ausgebildet zum Tragen eines elektrischen Versorgungssignals, wie etwa einer Versorgungsspannung, die zur Energieversorgung der Baugruppe **100** verwendet werden kann. Der erste Zuführungsanschluss **162** und der zweite Zuführungsanschluss **164** erstrecken sich, insbesondere innerhalb des Verkapselungsstoffs **108**, teilweise in verschiedenen Ebenen zwischen den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe **100**, wodurch eine parasitäre Induktanz, die durch die elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen **118**, **119** ausgebildet wird, klein gehalten wird.

[0067] Die Signalanschlüsse **160** erstrecken sich aus dem Verkapselungsstoff **108** heraus auf der rechten Seite der **Fig. 1** und setzen fort, sich außerhalb des Verkapselungsstoffs **108** von der linken Seite in Richtung zu der rechten Seite zu erstrecken. Somit erstrecken sie sich entlang einer ersten Richtung, die der positiven horizontalen Richtung gemäß der **Fig. 1** entspricht. Im Gegensatz dazu erstrecken sich der erste Zuführungsanschluss **162** und der zweite Zuführungsanschluss **164** auf einer linken Seite der **Fig. 1** aus dem Verkapselungsstoff **108** heraus und setzen fort, sich außerhalb des Verkapselungsstoffs **108** von der rechten Seite in Richtung zu der linken Seite zu erstrecken. Somit erstrecken sich die Zuführungsanschlüsse **162**, **164** entlang einer zweiten Richtung, die der negativen horizontalen Richtung gemäß der **Fig. 1** entspricht. Die Erstreckungsrichtungen der Versorgungsanschlüsse **162**, **164** einerseits und die Signalanschlüsse **160** andererseits außerhalb des Verkapselungsstoffs **108** sind folglich antiparallel.

[0068] **Fig. 1** zeigt ferner, dass die Baugruppe **100** zusätzlich eine dielektrische Folie **170** aufweist, die beispielsweise aus Polyimid hergestellt ist, die zwischen Abschnitten der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** eingelegt ist und diese beabstandet. Folglich entkoppelt die dielektrische Folie **170** elektrisch die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** von der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** in zuverlässiger Weise.

[0069] Ein vertikaler Abstand, d , zwischen den Abschnitten der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** innerhalb des Verkapselungsstoffs **108** kann $250\ \mu\text{m}$ sein. In der Ausführungsform

der **Fig. 1** ist der vertikale Abstand, d , identisch zu einer Dicke der dielektrischen Folie **170**.

[0070] Indem die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** und die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** parallel und vertikal beabstandet zwischen den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe **100** aus dem Verkapselungsstoff **108** herausgeführt werden, ist die Induktanz, die mit den elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen **118**, **119** involviert ist, signifikant verringert im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der deren Drähte komplanar und einander gegenüberliegend herausgeführt werden. Folglich können elektrische Verluste während des Schaltens der Baugruppe **100** (die als ein Inverter ausgeführt sein kann) mit einer hohen Geschwindigkeit oder Frequenz klein sein. Gleichzeitig kann die Wärme, die während des Betriebs der Baugruppe **100** erzeugt wird und aus den Leistungshalbleiterchips **102** herrührt, aus der Baugruppe **100** über die zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe **100**, die durch die Wärmeabführungskörper **104**, **106** definiert sind, herausgeführt werden, d.h. durch doppelseitige Kühlung. Dies verbessert zusätzlich die Zuverlässigkeit der Baugruppe **100** und vermeidet ungewünschte Delaminierung infolge einer thermischen Last.

[0071] So wie das in der **Fig. 1** dem Bezugszeichen **111** entnommen werden kann, ist es alternativ auch möglich, dass die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** mit dem zweiten Wärmeabführungskörper **106** anstatt mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** verbunden ist. Genauer gesagt kann eine Ausführungsform sowohl die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** als auch die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** (der als unterseitige DCB ausgeführt ist) verbinden. In einer anderen Ausführungsform kann eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** verbunden sein, wohingegen die jeweils andere von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** mit dem zweiten Wärmeabführungskörper **106** (der als oberseitiger DCB ausgeführt ist) verbunden sein.

[0072] **Fig. 2** zeigt eine dreidimensionale Ansicht einer Leistungsbaugruppe **100** gemäß einer anderen beispielhaften Ausführungsform. **Fig. 3** zeigt eine dreidimensionale Ansicht eines Inneren der Leistungsbaugruppe **100** gemäß **Fig. 2**.

[0073] So wie das aus einem Vergleich der **Fig. 2** mit der **Fig. 3** entnommen werden kann, sind ein Teil (oder ein Abschnitt) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und ein Teil (oder ein Abschnitt) der zweiten elektrisch leitfähigen Kontakt-

struktur **119** in einem Inneren des Verkapselungsstoffs **108** voneinander vertikal beabstandet und elektrisch entkoppelt. Gleichzeitig sind ein anderer Teil (oder Abschnitt) der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und ein anderer Teil der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** außerhalb des Verkapselungsstoffs **108** komplanar, d.h. sie sind innerhalb derselben Ebene angeordnet. Des Weiteren sind Abschnitte der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** und von der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** innerhalb des Verkapselungsstoffs **108** streifenförmige Strukturen mit einem rechteckförmigen Querschnitt. Immer noch mit Verweis auf **Fig. 2** und **Fig. 3** ist die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** eben, wohingegen die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** verschiedene Abschnitte aufweist, die sich in verschiedenen Ebenen erstrecken und die durch eine vertikale Stufe integral verbunden sind. Ein erster Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** ist komplanar mit der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118**, wohingegen sich ein zweiter Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** in einer Ebene parallel zu einer anderen Ebene erstreckt, in welcher anderen Ebene sich die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** erstreckt.

[0074] In der gezeigten Ausführungsform umfasst einer der zwei ersten Versorgungsanschlüsse **162** einen Positiv-Potenzialanschluss (siehe das „+“-Zeichen in **Fig. 2**), und der zweite Versorgungsanschluss **164** umfasst einen Negativ-Potenzialanschluss (siehe das „-“-Zeichen in **Fig. 2**). Ein anderer einer der ersten Versorgungsanschlüsse **162** umfasst einen Phasenanschluss (siehe das „~“-Zeichen in **Fig. 2**). Der letztgenannte erste Versorgungsanschluss **162** erstreckt sich in derselben Ebene wie der Positiv-Potenzialanschluss. Im Gegensatz dazu erstreckt sich der zweite Versorgungsanschluss **164** nur teilweise in derselben Ebene wie der erste Versorgungsanschluss **162** (genauer gesagt der Teil des zweiten Versorgungsanschlusses **164** außerhalb des Verkapselungsstoffs **108**) und erstreckt sich teilweise in einer anderen Ebene parallel zu der zuvor genannten Ebene (genauer gesagt der Teil des zweiten Zuführungsanschlusses **164** innerhalb des Verkapselungsstoffs **108**).

[0075] In der gezeigten Ausführungsform, die sich auf eine Halb-Brücke bezieht, gibt es nur einen Phasenanschluss. Jedoch können in einer anderen Ausführungsform, in der eine Baugruppe **100** als eine H-Brücke konfiguriert ist, zwei Phasenpins vorhanden sein. In noch einer anderen Ausführungsform, in der die Baugruppe **100** als eine Voll-Brücke konfiguriert ist, können drei Phasenpins vorhanden sein. Derartige eine oder mehrere Phasenanschlüsse können mit einem Motor eines Fahrzeugs, in dem die Baugruppe **100** implementiert ist (vgl. **Fig. 8**), verbunden sein.

Im Gegensatz dazu können der Positiv-Potenzialanschluss und der Negativ-Potenzialanschluss mit einer Batterie eines derartigen Kraftfahrzeugs verbunden sein.

[0076] So wie das der **Fig. 2** und der **Fig. 3** entnommen werden kann, weisen die nadelartigen Signalanschlüsse **160** eine kleinere Abmessung auf als die streifenförmigen Zuführungsanschlüsse **162, 164** (die in Endabschnitten auch ein zentrales Durchloch aufweisen).

[0077] So wie das in **Fig. 2** gesehen werden kann, umfasst der Verkapselungsstoff **108** einen voluminösen Hauptkörper **166** (in dem die Chips **102** und die Wärmeabführungskörper **104, 106** eingebettet sind) und einen vorsprungartigen Fortsatz **168**, der schmaler als der Hauptkörper **166** ist. Sowohl die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** als auch die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** erstrecken sich teilweise durch den Fortsatz **168** mit einem vertikalen Zwischenraum (oder Spalt) dazwischen und sind durch elektrisch isolierendes Material des Fortsatzes **168** elektrisch voneinander entkoppelt (siehe **Fig. 3** im Vergleich zur **Fig. 2**). Im Gegensatz dazu erstreckt sich ein bloßliegender Endabschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** in derselben Ebene wie ein bloßliegender Endabschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** (siehe **Fig. 2**). Wenn die bloßliegenden Endabschnitte von sowohl der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **118** als auch der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** komplanar sind, können sie in einer besonders einfachen Art und Weise während des Einkapselns von einem Pressformwerkzeug geklemmt werden.

[0078] So wie das aus der **Fig. 2** entnommen werden kann, sind die Signalanschlüsse **160** komplanar. Jedoch ist es in einer anderen Ausführungsformen auch möglich, dass die Signalanschlüsse **160** in verschiedenen Ebenen liegen, beispielsweise in zwei parallelen Ebenen.

[0079] **Fig. 2** zeigt, dass das äußere Erscheinungsbild, die Geometrie und die Position der Zuführungsanschlüsse **162, 164** komplanar sind, und sich folglich im Vergleich zu herkömmlichen Architekturen nicht unterscheiden. Jedoch, und so wie das aus der **Fig. 3** entnommen werden kann, die zum Zweck der Klarheit die Baugruppe **100** ohne Verkapselungsstoff **108** zeigt, involviert der innere Aufbau der Baugruppe **100** eine Konfiguration der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** mit einem ersten Abschnitt, der über die elektrischen Verbindungselemente **172** mit dem Chipträger **104** verbunden ist und der sich innerhalb derselben Ebene erstreckt, bis er den Fortsatz **168** verlässt. Diese Ebene ist vertikal versetzt im Hinblick auf eine andere tiefere Ebene, innerhalb der die gesamte erste elektrisch leitfähige Kontakt-

struktur **118** angeordnet ist. Ein zweiter Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur **119** ist mit dem ersten Abschnitt über eine vertikale Stufe verbunden, durch die der extern erscheinende zweite Versorgungsanschluss **164** zurück und abwärts in die Ebene, innerhalb der sich die gesamte erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** erstreckt, geführt wird. Folglich ist die Position der Zuführungsanschlüsse **162, 164** komplanar und kompatibel mit herkömmlichen Peripheriegeräten, wobei die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** in einem Inneren des Fortsatzes **168** die Konfiguration mit niedriger Induktanz verwirklicht. Indem die Zuführungsanschlüsse **162, 164** aus einer seitlichen Oberfläche des Verkapselungsstoffs **108**, gegenüberliegend zu einer anderen Seitenoberfläche des Verkapselungsstoffs **108**, durch die die Signalanschlüsse **160** aus dem Verkapselungsstoff **108** herausgeführt werden, geführt werden, ist der bereitgestellte Raum effizient ausgenutzt und kann eine ungewünschte elektrische Interferenz zwischen den Zuführungsanschlüssen **162, 164** und Signalanschlüssen **160** vermieden werden. Diese Architektur trägt auch zu einem kompakten Design der Baugruppe **100** bei.

[0080] So wie dies aus der **Fig. 3** des Weiteren entnommen werden kann, ist die Tatsache, dass die Signalanschlüsse **160** eine kleinere, laterale Ausdehnung als die Zuführungsanschlüsse **162, 164** haben, in der Tatsache widerspiegelt, dass die Signalanschlüsse **160** mit dem Chipträger **104** über Bonddrähte als elektrische Verbindungselemente **172** elektrisch gekoppelt sind, wohingegen die größeren, ersten und zweiten Zuführungsanschlüsse **162, 164** mit Bändern als elektrische Verbindungselemente **172** elektrisch verbunden sind.

[0081] Mit Verweis auf **Fig. 3** sollte angemerkt werden, dass es als eine Alternative zum Bereitstellen der elektrischen Verbindungselemente **172** auch möglich wäre, die Signalanschlüsse **160** mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** zu integrieren. Diese integrale Ausbildung hat den Vorteil einer vereinfachten Herstellbarkeit. Die Bereitstellung von elektrischen Verbindungselementen **172** hat den Vorteil einer geeigneten mechanischen Entkopplung zwischen DCB und Leiterraum. Dementsprechend wäre es als eine Alternative zu dem Bereitstellen der elektrischen Verbindungselemente **172** auch möglich, die Zuführungsanschlüsse **162** und/oder **164** mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** zu integrieren.

[0082] **Fig. 4** bis **Fig. 7** zeigen Draufsichten von Strukturen, die während der Herstellung einer Leistungsbaugruppe **100** gemäß einer beispielhaften Ausführungsform erhalten werden.

[0083] **Fig. 4** zeigt einen Leiterraum, der die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** ausbildet

und der eine mittlere Vertiefung aufweist, die um den ersten Wärmeabführungskörper **104** mit den darauf montierten elektronischen Chips **102** herum angeordnet ist. Es kann des Weiteren der **Fig. 4** entnommen werden, dass breite Bänder und kleine schmale Bonddrähte als elektrische Verbindungselemente **172** verwendet werden zum elektrischen Kontaktieren von Leitern des Leiterrahmens mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104**, der wiederum mit den elektronischen Chips **102** elektrisch gekoppelt ist.

[0084] **Fig. 5** zeigt, wie nachfolgend die (hier auch Leiterrahmen-artige) zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** auf die in **Fig. 4** gezeigte Anordnung montiert wird, um den weiteren zweiten Zuführungsanschlusses **164** bereitzustellen. Wiederum kann die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **119** mit dem ersten Wärmeabführungskörper **104** über zusätzliche breite Bänder als weitere elektrische Kontaktelemente **172** gekoppelt werden.

[0085] **Fig. 6** zeigt, dass die in **Fig. 5** gezeigte Struktur nachfolgend unter Verwendung eines Formwerkzeugs (oder Formgebungswerkzeugs (nicht gezeigt)) verkapselt wird. Infolgedessen wird ein Verkapselungsstoff **108** mit einem Hauptkörper **166** und einem Fortsatz **168** ausgebildet. Der Fortsatz **168** trägt zu einer zuverlässigen Entkopplung derjenigen Abschnitte der elektrisch leitfähigen Kontaktstrukturen **118**, **119** bei, die parallel in vertikal beabstandeten Ebenen angeordnet sind. Vor dem Verkapseln wird der zweite Wärmeabführungskörper **106** auf oder über den elektronischen Chips **102** angeordnet.

[0086] Um die Struktur in **Fig. 7** zu erhalten, werden dann Umkreisabschnitte des Leiterrahmens, der die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur **118** ausbildet, von der fertig hergestellten Baugruppe **100** abgetrennt, beispielsweise durch Ausstanzen.

[0087] **Fig. 8** zeigt eine schematische Ansicht eines Kraftfahrzeugs **122** mit einer Baugruppe **100** gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

[0088] Genauer gesagt kann die Leistungsbaugruppe **100** einen Teil eines Steuerungsblocks **152**, der den Betrieb eines Motor/Batterieblocks **154** steuert, ausbilden. Folglich können eine Baugruppe **100** oder ein Leistungsmodul gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung für eine Anwendung in der Automobilindustrie verwendet werden. Eine bevorzugte Anwendung einer derartigen Leistungsbaugruppe **100** ist eine Implementierung als ein Inverterschaltkreis oder als ein invertierter Gleichrichter für das Kraftfahrzeug **122**, das ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug sein kann oder das ein hybrides Fahrzeug sein kann. Ein derartiger Inverter kann einen Gleichstrom (DC) der Batterie in einen Wechselstrom (AC) zum Treiben des Elektromotors des Kraftfahrzeugs **122** umwandeln. In einem hybriden Fahr-

zeug ist es auch möglich, mechanische Energie zumindest teilweise zurückzugewinnen und diese mittels des Inverters zurück in elektrische Energie zu überführen, um die Batterie wieder aufzuladen. In einer derartigen Inverteranwendung in einem Automobil werden während des Betriebs der Leistungsbaugruppe **100** extreme Wärmemengen erzeugt. Diese Wärme kann durch das oben beschriebene, doppel-seitige Kühlkonzept effizient abgeführt werden. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass in anderen Ausführungsformen auch eine einseitige Kühlung ausreichend sein kann.

[0089] Es sollte angemerkt werden, dass der Ausdruck „aufweisend“ (oder „umfassend“) nicht andere Elemente oder Merkmale ausschließt, und dass die Ausdrücke „ein“ oder „eine“ nicht eine Mehrzahl ausschließt. Auch können Merkmale, die im Zusammenhang mit verschiedenen Ausführungsformen beschrieben sind, kombiniert werden. Es sollte auch angemerkt werden, dass Bezugszeichen nicht so ausgelegt werden, dass sie den Schutzzumfang der Patentansprüche beschränken. Darüber hinaus ist es nicht beabsichtigt, dass der Schutzzumfang der vorliegenden Anmeldung auf die bestimmten Ausführungsformen der Prozesse, der Maschine, der Herstellung, der Zusammensetzung von Materialien, der Mittel, der Verfahren und der Schritte, die in der Beschreibung beschrieben sind, beschränkt wird. Dementsprechend ist beabsichtigt, dass die beigefügten Patentansprüche innerhalb ihres Schutzzumfangs derartige Prozesse, Maschinen, Herstellung, Zusammensetzungen von Materialien, Mittel, Verfahren oder Schritte enthalten.

Patentansprüche

1. Eine Baugruppe (100), die folgendes aufweist:
 - mindestens einen elektronischen Chip (102),
 - einen Verkapselungsstoff (108), der zumindest einen Teil des mindestens einen elektronischen Chips (102) verkapselt,
 - eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem des mindestens einen elektronischen Chips (102) elektrisch gekoppelt ist,
 - eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem des mindestens einen elektronischen Chips (102) elektrisch gekoppelt ist,
 - wobei zumindest ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) und zumindest ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) in einer Richtung zwischen zwei gegenüberlie-

genden Hauptoberflächen der Baugruppe (100) beabstandet sind.

2. Die Baugruppe (100) gemäß Anspruch 1, wobei die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118) mindestens einen ersten Zuleitungsanschluss (162) aufweist, insbesondere mindestens einen Signalanschluss (160) und den mindestens einen Zuleitungsanschluss (162) aufweist.

3. Die Baugruppe (100) gemäß Anspruch 2, wobei die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119) mindestens einen zweiten Zuleitungsanschluss (164) aufweist.

4. Die Baugruppe (100) gemäß Anspruch 3, wobei der mindestens eine erste Zuleitungsanschluss (162) und der mindestens eine zweite Zuleitungsanschluss (164) sich zumindest teilweise in verschiedenen Ebenen zwischen den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe (100) erstrecken.

5. Die Baugruppe (100) gemäß Anspruch 3 oder 4, wobei der mindestens eine erste Zuführungsanschluss (162) einen Anschluss für positives Potenzial aufweist und der mindestens eine zweite Zuführungsanschluss (164) einen Anschluss für negatives Potenzial aufweist.

6. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei der mindestens eine erste Zuführungsanschluss (162) einen Phasenanschluss aufweist, der sich insbesondere in derselben Ebene wie der Anschluss für das positive Potenzial erstreckt.

7. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der mindestens eine Signalanschluss (160) eine kleinere Abmessung, insbesondere Querschnittsfläche, als der mindestens eine erste Zuleitungsanschluss (162) aufweist.

8. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der mindestens eine Signalanschluss (160) sich aus dem Verkapselungsstoff (108) heraus entlang einer ersten Richtung erstreckt, die sich unterscheidet von, insbesondere entgegengesetzt ist zu, einer zweiten Richtung, entlang der sich der mindestens eine erste Zuleitungsanschluss (162) aus dem Verkapselungsstoff (108) heraus erstreckt.

9. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und zumindest ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) sich parallel zueinander erstrecken.

10. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Verkapselungsstoff (108) ein Hauptteil (166) und einen Fortsatz (168), der

schmäler als der Hauptteil (166) ist, aufweist, wobei die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118) und die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119) sich teilweise durch den Fortsatz (168) hindurch erstrecken, und insbesondere durch elektrisch isolierendes Material des Fortsatzes (168) voneinander elektrisch entkoppelt sind.

11. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, aufweisend eine dielektrische Schicht, insbesondere eine dielektrische Folie (170), die zwischen einem Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und einem Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) ist und die die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118) und die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119) voneinander elektrisch entkoppelt.

12. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei zumindest ein anderer Abschnitt, insbesondere ein bloßliegender Abschnitt außerhalb des Verkapselungsstoffs (108), der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) sich in derselben Ebene erstreckt wie mindestens ein anderer Abschnitt, insbesondere ein bloßliegender Abschnitt außerhalb der Verkapselungsstoffs (108), der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118).

13. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, aufweisend einen ersten Wärmeabführungskörper (104), der mit einer ersten Hauptoberfläche des mindestens einen elektronischen Chips (102) thermisch gekoppelt ist und der zum Abführen von Wärmeenergie aus dem mindestens einen elektronischen Chip (102) ausgelegt ist, wobei der Verkapselungsstoff (108) einen Teil des ersten Wärmeabführungskörpers (104) verkapselt.

14. Die Baugruppe (100) gemäß Anspruch 13, aufweisend einen zweiten Wärmeabführungskörper (106), der mit einer zweiten Hauptoberfläche des mindestens einen elektronischen Chips (102) oder von mindestens einem weiteren elektronischen Chip (102) thermisch gekoppelt ist und der zum Abführen von Wärmeenergie aus dem mindestens einen elektronischen Chip (102) oder von dem mindestens einen weiteren elektronischen Chip (102) ausgelegt ist, wobei der Verkapselungsstoff (108) einen Teil des zweiten Wärmeabführungskörpers (106) verkapselt.

15. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei mindestens eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) ein Leiterrahmen ist.

16. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei mindestens eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118)

und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) mindestens einen streifenförmigen Anschluss (162, 164) aufweist, der insbesondere einen rechteckförmigen Querschnitt hat.

17. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei ein vertikaler Abstand (d) zwischen dem Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) und dem Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) kleiner als 1000 μm ist, insbesondere in einem Bereich zwischen 100 μm und 400 μm ist, mehr besonders in einem Bereich zwischen 200 μm und 300 μm ist.

18. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118) vollständig eben ist.

19. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119) verschiedene ebene Abschnitte aufweist, die sich in verschiedenen Ebenen erstrecken.

20. Die Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei mindestens eine von der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) sich auf einer seitlichen Oberfläche der Baugruppe (100) zwischen den zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen aus dem Verkapselungsstoff (108) heraus erstreckt.

21. Eine Leistungsbaugruppe (100), aufweisend:

- eine Mehrzahl von Halbleiter-Leistungschips (102),
- einen Verkapselungsstoff (108), der zumindest einen Teil von jedem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips (102) verkapselt,
- eine erste elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (118), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips (102) elektrisch gekoppelt ist,
- eine zweite elektrisch leitfähige Kontaktstruktur (119), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips (102) elektrisch gekoppelt ist,
- wobei zumindest ein Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und mindestens ein Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) vertikal beabstandet und elektrisch voneinander entkoppelt sind.

22. Ein Kraftfahrzeug (122), das eine Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21 aufweist.

23. Ein Verfahren zum Herstellen einer Baugruppe (100), wobei das Verfahren Folgendes aufweist:

- Verkapseln von zumindest einem Teil von mindestens einem elektronischen Chip (102) mit einem Verkapselungsstoff (108),
- Bereitstellen einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss des mindestens einen elektronischen Chips (102) elektrisch gekoppelt ist,
- Bereitstellen einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von dem mindestens einen elektronischen Chip (102) elektrisch gekoppelt ist,
- voneinander Beabstanden von zumindest einem Abschnitt der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und zumindest einem Abschnitt der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108) und in einer Richtung, die sich zwischen zwei gegenüberliegenden Hauptoberflächen der Baugruppe (100) erstreckt.

24. Ein Verfahren zum Herstellen einer Leistungsbaugruppe (100), wobei das Verfahren Folgendes aufweist:

- Verkapseln von zumindest einem Teil von jedem von einer Mehrzahl von Halbleiter-Leistungschips (102) mit einem Verkapselungsstoff (108),
- Bereitstellen einer ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem ersten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips (102) elektrisch gekoppelt ist,
- Bereitstellen einer zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119), die sich teilweise innerhalb und teilweise außerhalb des Verkapselungsstoffs (108) erstreckt und die mit mindestens einem zweiten Anschluss von mindestens einem von der Mehrzahl der Halbleiter-Leistungschips (102) elektrisch gekoppelt ist,
- elektrisch Entkoppeln der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) von der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) durch vertikales Beabstanden von zumindest Abschnitten der ersten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (118) und der zweiten elektrisch leitfähigen Kontaktstruktur (119) innerhalb des Verkapselungsstoffs (108).

25. Ein Verfahren des Verwendens einer Baugruppe (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21 für eine Automobilanwendung, insbesondere als ein Inverter (oder Stromrichter)-Schaltkreis für ein zumin-

dest teilweise elektrisch angetriebenes Kraftfahrzeug
(122).

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

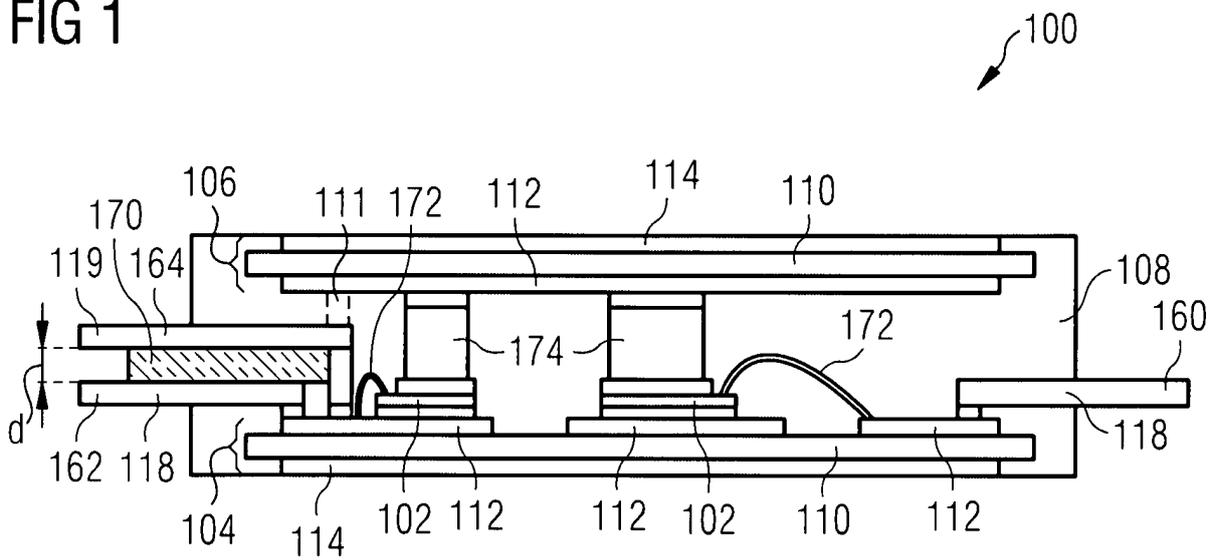


FIG 2

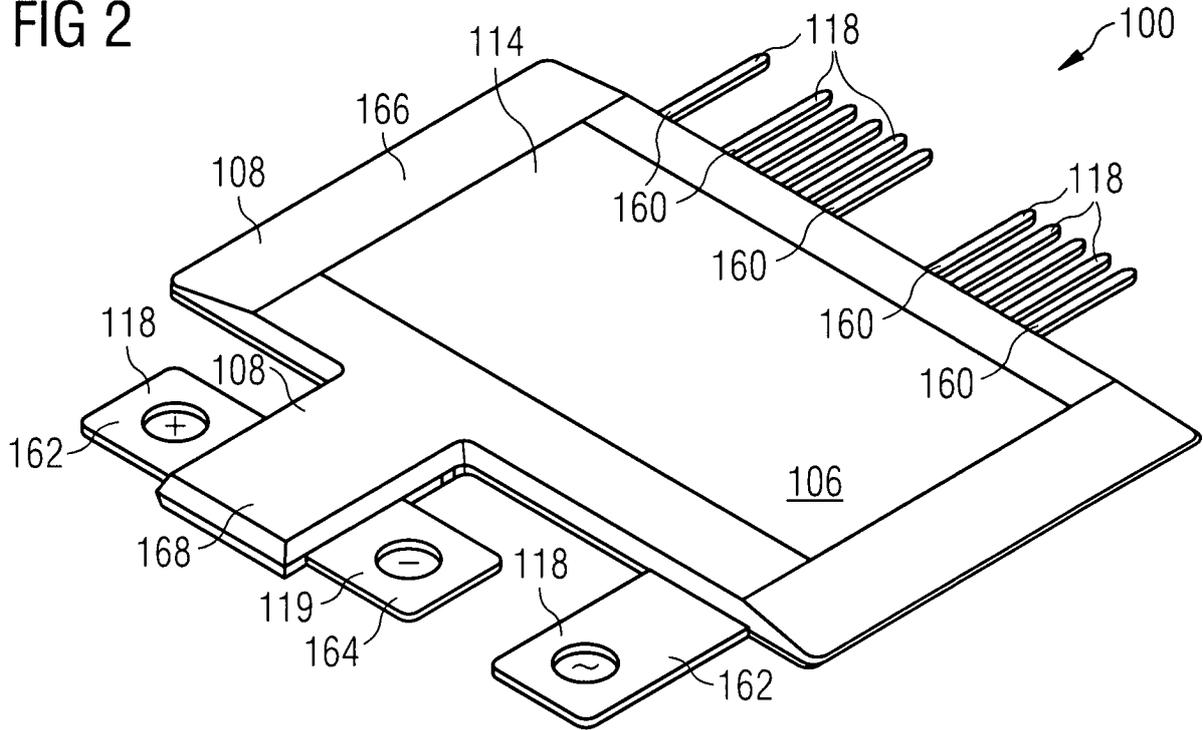


FIG 3

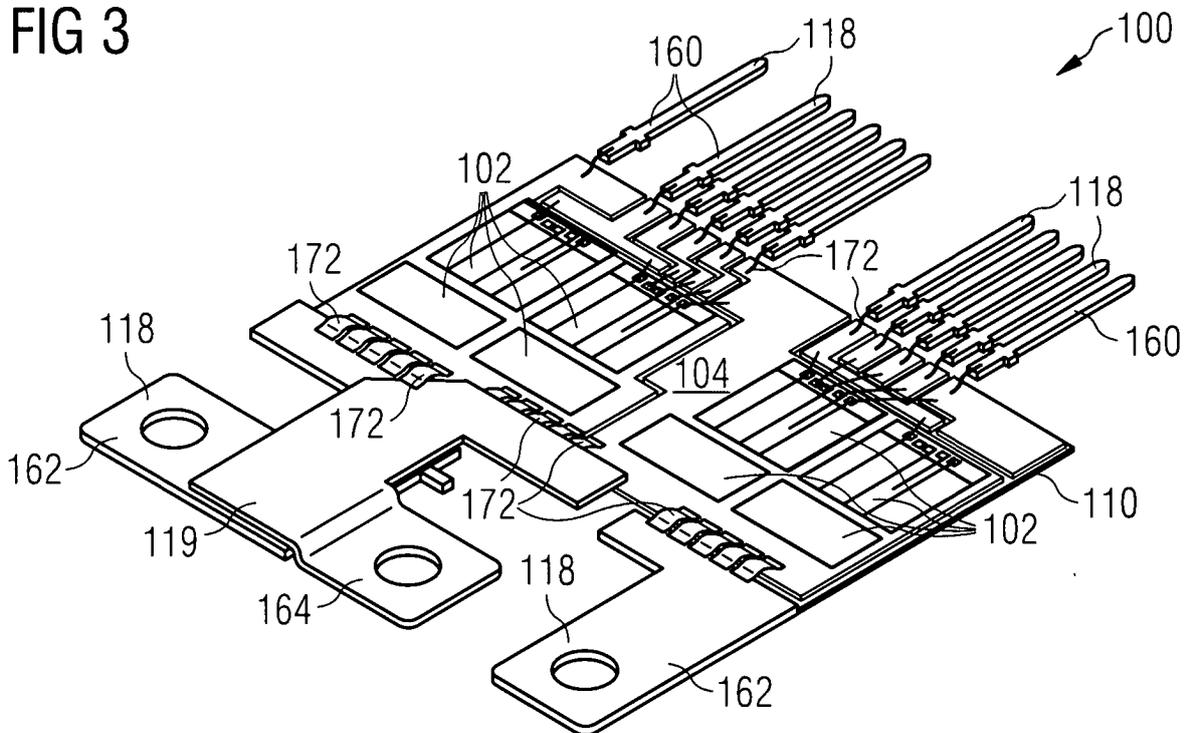


FIG 4

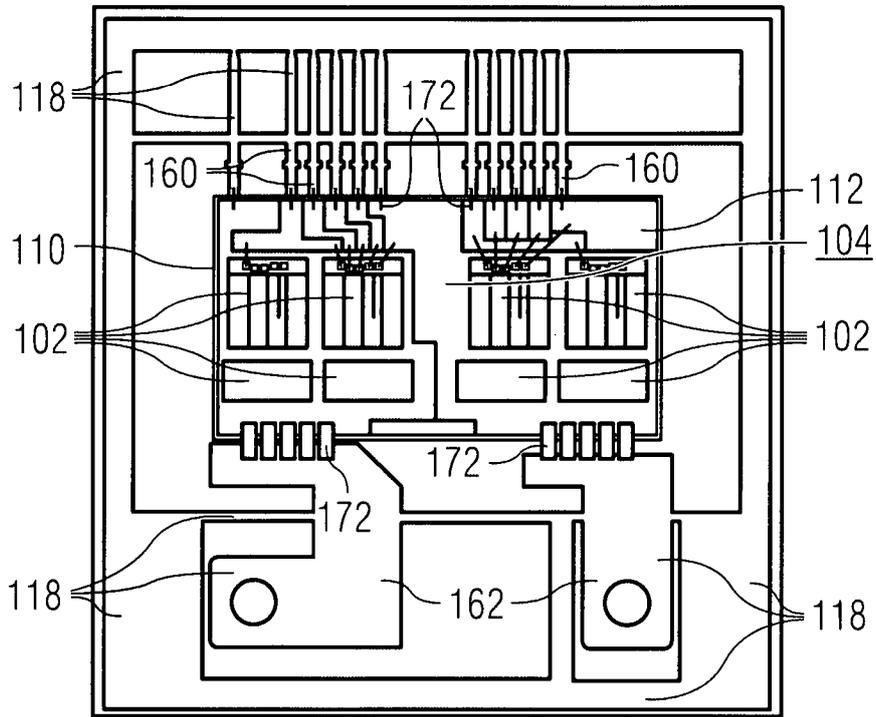


FIG 5

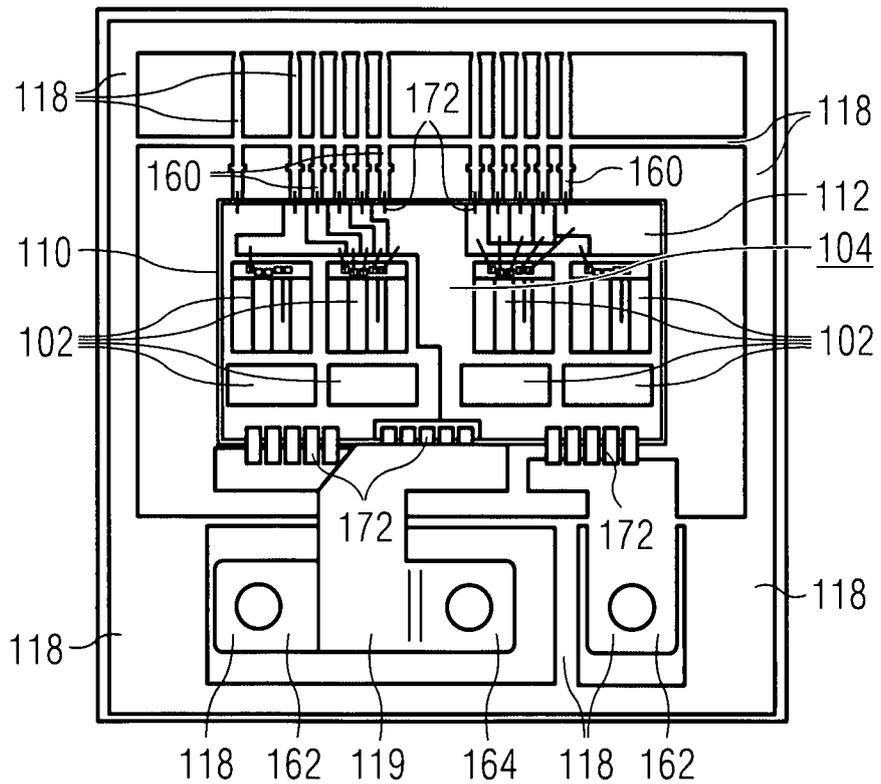


FIG 6

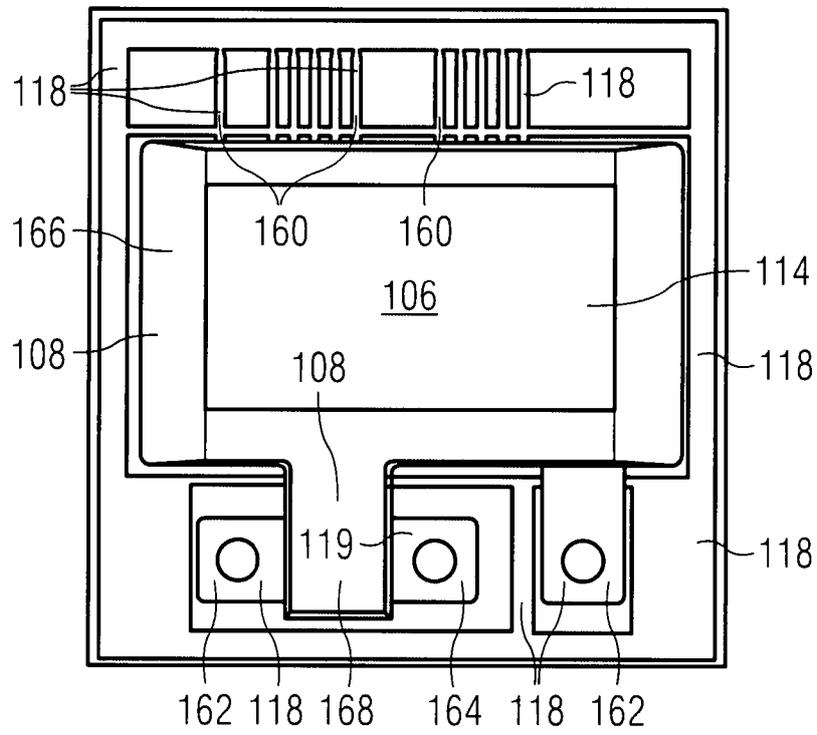


FIG 7

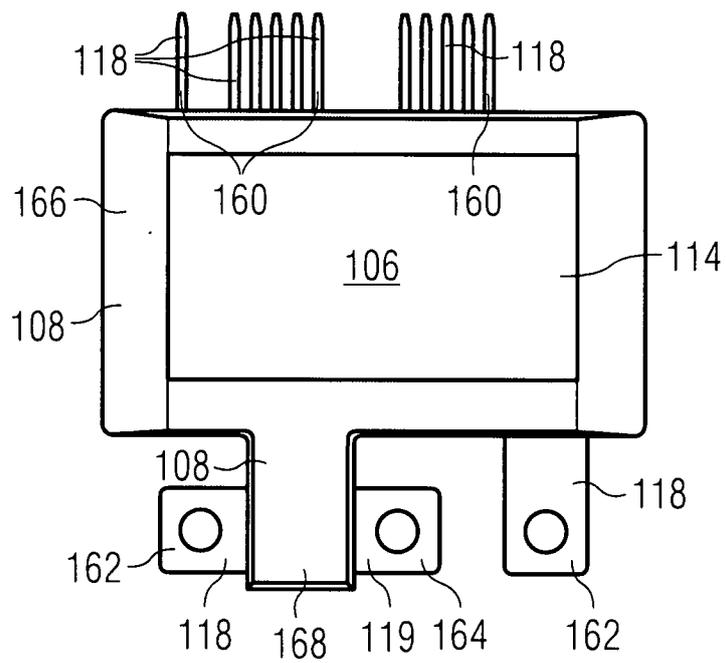


FIG 8

