



(10) **DE 10 2023 212 163 A1** 2024.06.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 212 163.8**

(22) Anmeldetag: **04.12.2023**

(43) Offenlegungstag: **27.06.2024**

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

H01L 25/07 (2006.01)

H02M 1/00 (2007.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

(30) Unionspriorität:
202211712548.X **27.12.2022** **CN**

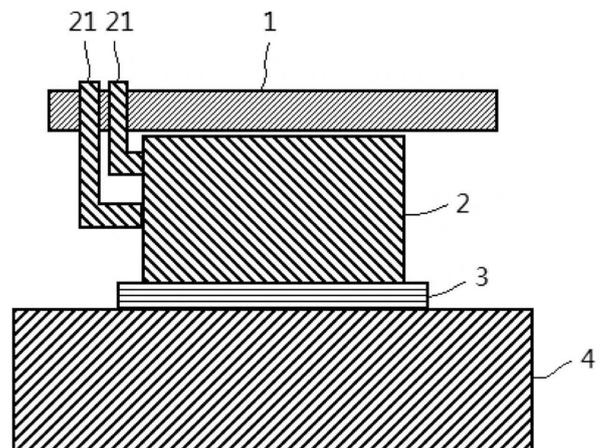
(72) Erfinder:
Li, Hui, Suzhou, Jiangsu, CN; Liu, Bo, Suzhou, Jiangsu, CN; Song, Hengxin, Suzhou, Jiangsu, CN; Shen, Lisa, Suzhou, Jiangsu, CN

(71) Anmelder:
Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LEISTUNGSMODUL SOWIE DARAUF BASIERENDE WECHSELRICHTER UND ELEKTROMECHANISCHE VORRICHTUNGEN**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart ein Leistungsmodul sowie darauf basierende Wechselrichter und elektromechanische Vorrichtungen. Dabei umfasst das Leistungsmodul folgendes: ein Substrat mit einer Schaltungsschicht; ein Elektronikbauteil, das elektrisch mit der Schaltung auf der Schaltungsschicht verbunden ist; und einen Kühlkörper, der mit einem Hohlraum und einem Ausschnitt versehen ist, der zu dem Innenraum des Hohlraums führt, wobei eine Zwischenschicht in dem Hohlraum vorgesehen ist, die aus einem thermischen Schnittstellenmaterial besteht, wobei ein Teil des Elektronikbauteils durch den Ausschnitt in dem Hohlraum aufgenommen ist und in Kontakt mit der Zwischenschicht steht, wodurch ein Wärmeübertragungspfad von dem Elektronikbauteil über die Zwischenschicht bis zu dem Kühlkörper gebildet wird. Dieses Leistungsmodul bietet eine hervorragende Wärmeableitung und Vibrationsdämpfung, wodurch die Systemleistung effektiv verbessert werden kann.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Elektronikbauteile und insbesondere Leistungsmodule sowie darauf basierende Wechselrichter und elektromechanische Vorrichtungen.

STAND DER TECHNIK

[0002] Mit der Entwicklung der elektronischen Technologie wird in vielen Geräten eine große Anzahl von Elektronikbauteilen eingesetzt, die im Betrieb oft eine gewisse Wärmeenergie erzeugen. Insbesondere, wenn das Elektronikbauteil eine relativ hohe Leistung oder eine große Anzahl an Einstellungen aufweist, ist es manchmal sogar möglich, eine beträchtliche Menge an Wärmeenergie zu erzeugen und anzusammeln. Um zu vermeiden, dass diese Vorrichtungen und ihre Elektronikbauteile in einer Umgebung mit zu hohen Temperaturen arbeiten und dadurch Leistungsprobleme entstehen, bietet die bestehende Technologie viele technische Mittel zur Wärmeableitung.

[0003] Zum Beispiel handelt es sich bei einem Leistungsmodul (Power Module) um ein Modul, das durch die Kombination und Verkapselung von leistungselektronischen Bauelementen nach bestimmten Funktionsanforderungen gebildet wird. In der Regel können diese Bauelemente durch Schweißen oder Sintern und sonstige Verfahren in das Substrat des Leistungsmoduls eingesetzt werden. Zugleich werden für das Leistungsmodul Kühlkörper aus z. B. Kupfer, Aluminium und anderen Werkstoffen bereitgestellt, die aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit von Kupfer, Aluminium und anderen reinen Metallwerkstoffen eine Wärmeableitung und Abkühlung des Leistungsmoduls bewirken können. Darüber hinaus ist es bei einigen Anwendungen möglich, die Wärmeableitung und Abkühlung durch Hinzufügen einer Silikonschicht 3 zu verbessern, wie z. B. in **Fig. 1** gezeigt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0004] In diesem Kontext stellt die vorliegende Erfindung ein Leistungsmodul sowie darauf basierende Wechselrichter und elektromechanische Vorrichtungen bereit, um ein oder mehrere der oben beschriebenen Probleme sowie Probleme anderer Aspekte der derzeitigen Technik wirksam zu lösen oder abzumildern bzw. alternative technische Lösungen zum Stand der Technik zu bieten.

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Leistungsmodul bereitgestellt, das folgendes umfasst:

ein Substrat mit einer Schaltungsschicht;

ein Elektronikbauteil, das elektrisch mit der Schaltung auf der Schaltungsschicht verbunden ist; und

einen Kühlkörper, der mit einem Hohlraum und einem Ausschnitt versehen ist, der zu dem Innenraum des Hohlraums führt, wobei eine Zwischenschicht in dem Hohlraum vorgesehen ist, die aus einem thermischen Schnittstellenmaterial besteht, wobei ein Teil des Elektronikbauteils durch den Ausschnitt in dem Hohlraum aufgenommen ist und in Kontakt mit der Zwischenschicht steht, wodurch ein Wärmeübertragungspfad von dem Elektronikbauteil über die Zwischenschicht bis zu dem Kühlkörper gebildet wird.

[0006] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul weist optional das Elektronikbauteil ein erstes Ende und ein zweites Ende auf, die einander gegenüberliegen, wobei das erste Ende elektrisch mit der Schaltung auf der Schaltungsschicht verbunden ist und ein Teil des zweiten Endes in die Zwischenschicht eingetaucht ist.

[0007] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul ist optional das zweite Ende in die Zwischenschicht mit einer Tiefe von nicht weniger als 0,1 mm eingetaucht, und/oder der Abstand zwischen der seitlichen Außenfläche des Elektronikbauteils und der inneren Seitenwand des Hohlraums liegt zwischen 1,5 und 20 mm.

[0008] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul ist optional zwischen der Zwischenschicht und dem Hohlraum eine elektrisch isolierende Schicht angeordnet, und/oder der Ausschnitt ist dem Substrat zugewandt angeordnet und die Zwischenschicht ist im Wesentlichen parallel zu dem Substrat angeordnet.

[0009] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul weist optional der Hohlraum eine Tiefe im Bereich von 1,5 bis 2 mm auf und/oder weist die Zwischenschicht eine Dicke im Bereich von 0,5 bis 1,0 mm auf.

[0010] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul ist optional der Hohlraum an seinen Innen- und/oder Außenflächen mit Kühlrippen versehen, wobei die Zwischenschicht die an der Innenfläche des Hohlraums angeordneten Kühlrippen zumindest teilweise bedeckt und/oder das Elektronikbauteil ist mittels Sintern, Kleben oder Lötens an der Schaltungsschicht angebracht.

[0011] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul ist optional die Schaltungsschicht mit einer Stromversorgungsschnittstelle, einer Eingangsschnittstelle und einer Ausgangsschnittstelle versehen, wobei das Leistungsmodul über die Stromversorgungsschnittstelle mit einer

Eingangsstromversorgung verbunden ist und über die Eingangsschnittstelle ein Eingangssignal empfängt und nach der Verarbeitung durch eine auf dem Substrat vorgesehene Steuereinheit und das Elektronikbauteil ein Ausgangssignal erzeugt, und wobei das Ausgangssignal über die Ausgangsschnittstelle nach außen ausgegeben wird; und/oder wobei die Schaltungsschicht als eine einzelne Schicht oder als mehrere Schichten ausgeführt ist.

[0012] In einem erfindungsgemäßen Leistungsmodul umfasst optional das Elektronikbauteil einen Feldeffekttransistor (FET) oder einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT), wobei die Steuereinheit und die Elektronik so ausgeführt sind, dass sie die Eingangsstromversorgung entsprechend dem Eingangssignal in ein Ausgangsspannungssignal umwandeln und verarbeiten, das über die Ausgangsschnittstelle nach außen ausgegeben wird.

[0013] Des Weiteren wird gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Wechselrichter bereitgestellt, der ein Leistungsmodul nach einem der oben genannten Ansprüche umfasst, wobei das Leistungsmodul mit einer Vielzahl von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode versehen ist, wobei die Vielzahl von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode elektrisch verbunden ist, um den Wechselrichter so zu steuern, dass er die Umwandlung von einer Gleichstromspannung in eine Wechselstromspannung oder die Umwandlung von einer Wechselstromspannung in eine Gleichstromspannung ausführt.

[0014] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine elektromechanische Vorrichtung bereitgestellt, die folgendes umfasst:

ein Leistungsmodul nach einem der oben genannten Ansprüche; und

ein Arbeitsteil, wobei das Arbeitsteil elektrisch mit der Ausgangsschnittstelle des Leistungsmoduls verbunden ist und dazu dient, ein Ausgangssignal von der Ausgangsschnittstelle zu empfangen, um zu arbeiten.

[0015] Durch die innovative Einführung und Anwendung von thermischen Schnittstellenmaterialien im Leistungsmodul erzielt die vorliegende Erfindung nicht nur hervorragende Wärmeableitungs- und Kühlungsleistungen, sondern auch signifikante Dämpfungs- und Vibrationsdämpfungswirkungen, was der optimalen Gestaltung des Leistungsmoduls im Hinblick auf eine hohe Leistungsdichte, eine verbesserte Systemintegration und Betriebsstabilität und Zuverlässigkeit sehr zugute kommt. Das Leistungsmodul zeichnet sich durch ein breites Anwendungsspektrum, hervorragende Leistung und einfache Implementierung aus und eignet sich sehr gut für den Ein-

satz in vielen Arten von elektromechanischen Anlagen.

BESCHREIBUNG DER FIGUREN

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Zusammensetzung eines Leistungsmoduls gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der Zusammensetzung eines erfindungsgemäßen Leistungsmoduls.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Zusammensetzung eines erfindungsgemäßen Wechselrichters, wobei auch die mit dem Wechselrichter verbundenen Funktionsteile dargestellt sind.

KONKRETE AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0016] Die vorliegende Erfindung stellt zunächst ein Leistungsmodul bereit, das im Vergleich zu bestehenden Leistungsmodulen eine hervorragende Betriebsstabilität und Zuverlässigkeit aufweist, insbesondere in Bezug auf die Wärmeableitung, die Vibrationsbeständigkeit usw. Bezugnehmend auf **Fig. 2**, in der eine allgemeine Zusammensetzung eines erfindungsgemäßen Leistungsmoduls schematisch dargestellt ist, wobei das Leistungsmodul 100 mit einem Substrat 11, einem Elektronikbauteil 12, einer Zwischenschicht 13 und einem Kühlkörper 14 versehen ist, wird das Schema der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit dieser Ausführungsform im Folgenden ausführlich beschrieben.

[0017] Wie in **Fig. 2** dargestellt, wird das Substrat 11 im Leistungsmodul 100 als Träger für elektronische Schaltungsverbindungen von elektronischen Bauelementen verwendet und stellt durch die darin befindlichen Schaltungsschichten elektronische Schaltungen bereit, um elektronische Bauelemente, die für bestimmte Anwendungen erforderlich sind, z. B. Elektronikbauteile 12 wie Kondensatoren, Feldeffekttransistoren oder Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode, Halbleiterbauelemente wie MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) usw., elektrisch zu verbinden. Zur Vereinfachung wird in **Fig. 2** nur ein einziges Elektronikbauteil 12 als Beispiel für eine Erklärung dargestellt. Solche elektronischen Bauelemente können durch jedes mögliche Verfahren, wie Sintern (z. B. Silbersintern), Kleben oder Löten, auf dem Substrat 11 befestigt und mit den Schaltungen auf der Schaltungsschicht elektrisch verbunden werden, und in **Fig. 2** wird beispielhaft gezeigt, dass die Stifte 120 der Elektronik 12 auf dem Substrat 11 verlötet werden können, um eine elektrische Verbindung mit der Schaltungsschicht herzustellen.

[0018] Die Schaltungsschicht auf dem Substrat 11 kann je nach Wunsch mit einer, zwei oder mehreren Schichten elektronischer Schaltungen versehen werden, und sie kann jede mögliche, sogar komplexe Anordnung elektronischer Schaltungen aufweisen, die durch die Verwendung eines leitfähigen Materials, wie z. B. Kupfer, und durch ein Bearbeitungsverfahren, wie z. B. Ätzen, Lasergravur usw., erfolgen kann. In einer oder einigen Ausführungsformen kann eine ein- oder mehrlagige Leiterplatte (PCB) eingesetzt werden, um das Substrat 11 mit den zuvor beschriebenen Schaltungsschichten sehr einfach zu realisieren.

[0019] Wie in **Fig. 2** dargestellt, kann der Kühlkörper 14 so konstruiert werden, dass er einen Hohlraum 141 und einen Ausschnitt 142 aufweist, wobei der Innenraum des Hohlraums 141 durch den Ausschnitt 142 zugänglich ist. Im Innenraum des Hohlraums 141 des Kühlkörpers 14 wird in innovativer Weise eine Zwischenschicht 13 mit einem thermischen Schnittstellenmaterial (Thermal Interface Material) angeordnet und aufgebracht, um beispielsweise die Zwischenschicht ganz oder teilweise aus einem thermischen Schnittstellenmaterial zu bilden und sie an einer geeigneten Stelle in dem Hohlraum 141 zu beschichten und zu bewirken, dass ein Teil des Elektronikbauteils 12 durch den Ausschnitt 142 in den Innenraum des Hohlraums 141 eingebracht wird und Kontakt mit der Zwischenschicht 13 bildet, wodurch ein Wärmeübertragungspfad von dem Elektronikbauteil 12 zu dem Kühlkörper 14 durch die Zwischenschicht 13 gebildet wird, um Wärme von dem Elektronikbauteil 12 und dem Substrat 11 usw. abzuleiten.

[0020] Da das thermische Schnittstellenmaterial (z. B. bei Verwendung von TC4525 usw.) eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit aufweist, ist es einerseits möglich, die Wärmeleitfähigkeit von guten reinmetallischen Wärmeleitmaterialien (z. B. Kupfer, Aluminium), die üblicherweise in Kühlkörpern bestehender Leistungsmodule verwendet werden, erheblich zu verbessern und somit eine noch bessere Wärmeableitung und Kühlwirkung zu erzielen; andererseits ist im Vergleich zu derartigen bestehenden Leistungsmodulen, wie sie in **Fig. 1** dargestellt sind, zwar eine Silikonschicht 3 zwischen dem Kühlkörper 4 und dem mit der Leiterplatte 1 über die Stifte 21 verbundenen Elektronikbauteil 12 angeordnet, um die Wärmeableitung zu fördern, sie weist jedoch hinsichtlich der spezifischen funktionalen Realisierung und der technischen Wirkung einen erheblichen Unterschied zur Zwischenschicht 13 in dem erfindungsgemäßen Leistungsmodul auf.

[0021] Insbesondere ist es, wie in **Fig. 1** dargestellt, für Fachleute eine gängige Praxis, ein solches Silikonmaterial beliebig auf die entsprechenden Kontaktflächen des Elektronikbauteils 12 und des Kühl-

körpers 4 aufzutragen, d. h. ohne die Bewegungsgrenzen des Silikonmaterials einzuschränken, und dann einen gewissen Druck auszuüben, um eine vollständige Kontaktpassung zwischen ihnen herzustellen, da man allgemein davon ausgeht, dass diese Vorgehensweise für die Bildung einer homogenen Verbindung zwischen den Kontaktflächen der beiden Oberflächen vorteilhaft ist, um die darin möglicherweise vorhandenen Lücken auszufüllen und dadurch eine bessere Kontaktpassung zur Verbesserung der Wärmeableitung zu erzielen.

[0022] In dieser Hinsicht eliminiert die vorliegende erfindungsgemäße Lösung das obige geheilte Verständnis und nimmt einen entgegengesetzten Ansatz an, wobei die innere Raumgrenze des Hohlraums 141 dazu verwendet wird, die Bewegungsgrenze des thermischen Schnittstellenmaterials, aus dem die Zwischenschicht besteht, zu begrenzen, nachdem es einer äußeren Kraft ausgesetzt wurde, z. B. kann in einigen Anwendungen das Elektronikbauteil 12 optional so angeordnet werden, dass der Abstand zwischen seiner seitlichen Außenfläche 123 und der inneren Seitenwand 143 des Hohlraums 141 im Bereich von 1,5 bis 20 mm liegt (z. B. 1,5 mm, 3 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 18 mm, 20 mm usw.), so dass die Zwischenschicht dazu veranlasst werden kann, sich aufgrund der eingeschränkten Bewegung entlang der Kontur des Abschnitts des Elektronikbauteils 12 zu bewegen, mit dem sie in Kontakt steht, und so ausgebildet wird, dass sie eine bestimmte Dicke mit einem Umhüllungseffekt aufweist, z. B. kann die Dicke optional bis zu 0,5 bis 1,0 mm (z. B. 0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm usw.) oder einen anderen geeigneten Wert für die spezifische Anwendung betragen. Auf diese Weise kann das Elektronikbauteil 12 nicht nur von der Wärmeableitung und Kühlung profitieren, die auf den hervorragenden Wärmeableiteigenschaften des thermischen Schnittstellenmaterials selbst beruhen, was vorteilhaft zu einer schnelleren Wärmeübertragung und einer höheren Wärmeableitungseffizienz beiträgt, sondern es kann insbesondere auch den oben erwähnten Umhüllungseffekt der Dicke der Zwischenschicht auf einem Abschnitt des Elektronikbauteils 12 nutzen, um eine erhebliche Dämpfungs- und Vibrationsreduzierungs Wirkung auf das Elektronikbauteil 12 zu erzielen, was gemäß dem Stand der Technik nicht berücksichtigt oder sogar völlig ignoriert wurde.

[0023] Daher weist das erfindungsgemäße Leistungsmodul im Vergleich zu bestehenden Leistungsmodulen nicht nur eine ganz hervorragende Wärmeableitungsleistung, sondern auch eine erheblich verbesserte vibrationsbeständige Leistung auf, was einen stabilen und zuverlässigen Betrieb des Elektronikbauteils gewährleistet und zur Verbesserung der Gesamtintegration des Systems beiträgt, wodurch das Design und die Realisierung relativ

komplexer elektronischer Schaltungen und Komponenten ermöglicht wird und fortschrittlichere und funktionsreichere Anwendungen bereitgestellt werden.

[0024] Nach dem Schema der vorliegenden Erfindung kann jede machbare optimierte Gestaltung des Kühlkörpers 14 für spezifische Anwendungen durchgeführt werden, wobei sie je nach Bedarf einzeln oder in Kombination umgesetzt werden können. Beispielsweise kann der Ausschnitt 142 des Kühlkörpers 14 dem Substrat 11 zugewandt ausgeführt werden, während die Zwischenschicht 13 innerhalb des Hohlraums 141 und im Wesentlichen parallel zum Substrat 11 angeordnet ist, so dass das Elektronikbauteil 12 kompakter und effizienter angeordnet werden kann und zur Erzielung eines positiven Effekts wie Wärmeableitung und Kühlung, Dämpfung und Vibrationsreduzierung beiträgt. Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist es möglich, ein erstes Ende 121 des Elektronikbauteils 12 mit der Schaltungsschicht auf dem Substrat 11 elektrisch zu verbinden und ein zweites Ende 122 zum Teil in die Zwischenschicht 13 einzutauchen, z. B. durch Steuerung der Tauchtiefe auf nicht weniger als 0,1 mm oder einen anderen geeigneten Wert, um so umfassende Vorteile in Bezug auf Wärmeleitung, mechanische Schwingungsdämpfung und dergleichen zu erzielen.

[0025] Darüber hinaus ist, da das Elektronikbauteil oft eine zylindrische oder rechteckige Form hat, die obige Anordnung der Enden, wie in **Fig. 2** gezeigt, im Vergleich zu der zylindrischen oder rechteckigen Form des Elektronikbauteils 2 in **Fig. 1** vorteilhafter für die ausgezeichnete Stabilität des Elektronikbauteils im System nach dem Zusammenbau und der Anordnung, wodurch ein langfristiger stabiler und zuverlässiger Betrieb gewährleistet wird und Störungen und Einflüsse auf andere Teile in der Umgebung aufgrund von Lockerungen oder Ablösungen usw. vermieden werden.

[0026] Beispielsweise kann die spezifische Größe und Form des Hohlraums 141 und des Ausschnitts 142 nach Belieben eingestellt werden, z. B. kann der Hohlraum in einer oder mehreren Ausführungsformen mit einer Tiefe von 1,5 bis 2 mm konstruiert werden, und natürlich kann der Hohlraum in anderen Ausführungsformen auch mit einer Tiefe anderer geeigneter Abmessungen konstruiert werden, um die Anforderungen an das Design der Zwischenschicht 13, die funktionalen Anforderungen an den Kühlkörper und das Gesamtlayout des Leistungsmoduls in angemessener Weise zu erfüllen.

[0027] Darüber hinaus kann der Kühlkörper 14 in einer oder einigen Ausführungsformen mit Kühlrippen versehen sein, um die Wärmeableitung und die Kühlung des Leistungsmoduls zu unterstützen, z. B. können die Kühlrippen einzeln auf einer Innen- oder

Außenfläche des Hohlraums oder auf beiden dieser Innen- und Außenflächen angeordnet sein. Wenn die Kühlrippen auf der Innenfläche des Hohlraums angeordnet sind, kann zumindest ein Teil der Kühlrippen in Kontakt mit der oben beschriebenen Zwischenschicht stehen, d. h. sie können optional vollständig oder teilweise von der Zwischenschicht bedeckt werden, wodurch der Wärmeaustauschprozess vollständiger und gleichmäßiger durchgeführt werden kann. Es versteht sich, dass die Kühlrippen in jeder geeigneten Konfiguration, wie z. B. stiftförmig, wellenförmig usw., vorgesehen werden können.

[0028] Als Alternative kann eine elektrisch isolierende Schicht zwischen der Zwischenschicht 13 und der Innenfläche 144 des Hohlraums des Kühlkörpers 14 vorgesehen werden, die einen besseren Isolationsschutz bietet und somit den Anforderungen einiger Anwendungen gerecht wird. Eine solche elektrisch isolierende Schicht kann auf jede mögliche Art und Weise implementiert werden, wie z. B. durch Beschichten eines elektrisch isolierenden Materials, Anordnen einer plattenförmigen Komponente, die aus einem elektrisch isolierenden Material besteht usw., und ein solches elektrisch isolierendes Material kann z. B. Nitridmaterial, SiO_2 , Al_2O_3 , Tl_2O_2 oder eine beliebige Kombination davon umfassen, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0029] Es sei darauf hingewiesen, dass verschiedene mögliche Schnittstellen (nicht dargestellt), wie z. B. eine Stromversorgungsschnittstelle, eine Eingangsschnittstelle, eine Ausgangsschnittstelle und ähnliches, auf dem Substrat 11 des Leistungsmoduls 100 vorgesehen sein können, so dass z. B. Eingangsstrom und Eingangssignale von außerhalb des Leistungsmoduls 100 über die Stromversorgungsschnittstelle bzw. die Eingangsschnittstelle in das Leistungsmodul 100 eingeführt werden können. In **Fig. 1** wird beispielhaft gezeigt, dass die Stromversorgungsschnittstelle z. B. eine elektrische Verbindung über einen flexiblen Leiter mit einer Komponente wie einem Gleichstromverbinder ermöglichen kann, wobei der Gleichstromverbinder z. B. über einen flexiblen Leiter mit einer Komponente wie einem elektromagnetischen Filter (der eine PCB-Steuerplatine für die Steuerungsverarbeitung der elektromagnetischen Filterung aufweisen kann) usw. verbunden sein kann. Die Stromversorgungsschnittstelle kann dann über eine Steuereinheit und ein Elektronikbauteil 12, das auf dem Substrat 11 für die Logik- und/oder Leistungssteuerung usw. angeordnet ist, verbunden sein, um das Eingangssignal zu verarbeiten und ein Ausgangssignal zu erzeugen, wobei das Ausgangssignal dann über die Ausgangsschnittstelle für eine gewünschte Anwendung nach außen ausgegeben wird.

[0030] Wenn ein Feldeffekttransistor oder Bipolart- ransistor mit isolierter Gateelektrode beispielsweise

als Elektronikbauteil 12 ausgewählt wird, können ein solches Elektronikbauteil und die oben beschriebene Steuereinheit dazu verwendet werden, die Eingangstromversorgung aufgrund des Eingangssignals in ein entsprechendes Ausgangsspannungssignal umzuwandeln, wobei das Ausgangsspannungssignal extern dem Arbeitsteil 300 zugeführt werden kann, oder das Ausgangsspannungssignal kann in einer Komponente wie einem Wechselrichter usw. genutzt werden, so dass eine Spannungsumwandlung von einer Gleichspannung in eine Wechselspannung oder umgekehrt entsprechend den Anforderungen der Anwendung realisiert werden kann.

[0031] Es sollte verstanden werden, dass die obige Beschreibung der Bauteile des Leistungsmoduls 100 nur beispielhaft ist, z. B. in Bezug auf den spezifischen Aufbau, die Anzahl der Konfigurationen, die Positionen des Layouts usw. des Substrats 11, der Schaltungsschicht, des Elektronikbauteils 12, des Kühlkörpers 14 usw., die entsprechend den verschiedenen Ausführungsformen eingerichtet werden können, und die vorliegende Erfindung legt diesbezüglich keine spezifischen Beschränkungen fest.

[0032] Darüber hinaus wird gemäß der technischen Lösung der vorliegenden Erfindung ein Wechselrichter bereitgestellt. Ein erfindungsgemäßes Leistungsmodul kann in diesem Wechselrichter vorgesehen werden, und eine Vielzahl von IGBTs kann in dem Leistungsmodul vorgesehen werden. Durch eine elektrische Verbindung dieser IGBTs miteinander können sie dazu verwendet werden, den Wechselrichter zu steuern, um eine Umwandlung von einer Gleichspannung in eine Wechselspannung oder eine Umwandlung von einer Wechselspannung in eine Gleichspannung zu verwirklichen.

[0033] In diesem Zusammenhang ist in **Fig. 3** beispielhaft ein Blockdiagramm eines Wechselrichters dargestellt, in dem zur einfacheren Darstellung andere Teile des Wechselrichters 200 mit Ausnahme des Teils des IGBT-Leistungsmoduls, der die IGBTs umfasst, weggelassen wurden. Wie in **Fig. 3** dargestellt, wird ein Leistungsmodul 1081 gebildet, indem z. B. sechs IGBTs in Zweiergruppen elektrisch verbunden werden, um einen dreiphasigen Brückenarm zu bilden, der den Wechselrichter 200 zur Umwandlung zwischen Wechsel- und Gleichspannungen steuert. Die Ausgangsspannung nach dem Umwandlungsprozess durch diesen Wechselrichter 200 kann den Arbeitsteilen 300 (z. B. Motoren usw.) für ihren Betrieb zugeführt werden.

[0034] Darüber hinaus ist nach der Konstruktionsidee der vorliegenden Erfindung eine elektromechanische Vorrichtung vorgesehen. In der elektromechanischen Vorrichtung können ein Arbeitsteil und ein Leistungsmodul gemäß der vorliegenden Erfindung angeordnet sein, wobei das Arbeitsteil elektrisch mit

der Ausgangsschnittstelle des Leistungsmoduls verbunden ist, damit das Arbeitsteil nach Empfang eines Ausgangssignals von der Ausgangsschnittstelle betrieben wird.

[0035] Wie zuvor bereits ausgeführt, ist es, da das erfindungsgemäße Leistungsmodul eine hervorragende Betriebsstabilität, insbesondere eine umfassende Leistung der Wärmeableitung, Kühlung und Vibrationsdämpfung, aufweist, sehr vorteilhaft für den langfristigen stabilen Betrieb des Leistungsmoduls zusammen mit den Arbeitsteilen und es besteht eine Eignung für mehr Anwendungen (z. B. in einer Arbeitsumgebung, die mehr Vibrationen unterworfen sein kann), wodurch die langfristige hervorragende Arbeitsleistung der elektromechanischen Vorrichtung gewährleistet wird.

[0036] Es versteht sich, dass die elektromechanischen Vorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung ein breites Spektrum an Typen aufweisen und beispielsweise verschiedene Arten von Motoren, Kompressoren, Hydraulik usw. umfassen können, aber nicht darauf beschränkt sind.

Patentansprüche

1. Leistungsmodul (100), **dadurch gekennzeichnet**, dass es folgendes umfasst: ein Substrat (11) mit einer Schaltungsschicht; ein Elektronikbauteil (12), das elektrisch mit der Schaltung auf der Schaltungsschicht verbunden ist; und einen Kühlkörper (14), der mit einem Hohlraum (141) und einem Ausschnitt (142), der zu dem Innenraum des Hohlraums (141) führt, versehen ist, wobei eine Zwischenschicht (13) in dem Hohlraum (141) vorgesehen ist, die aus einem thermischen Schnittstellenmaterial besteht, wobei ein Teil des Elektronikbauteils (12) durch den Ausschnitt (142) in dem Hohlraum (141) aufgenommen ist und in Kontakt mit der Zwischenschicht (13) steht, wodurch ein Wärmeübertragungspfad von dem Elektronikbauteil (12) über die Zwischenschicht (13) bis zu dem Kühlkörper (14) gebildet wird.
2. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 1, wobei das Elektronikbauteil (12) ein erstes Ende (121) und ein zweites Ende (122) aufweist, die einander gegenüberliegen, wobei das erste Ende (121) elektrisch mit der Schaltung auf der Schaltungsschicht verbunden ist und ein Teil des zweiten Endes (122) in die Zwischenschicht (13) eingetaucht ist.
3. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 2, wobei das zweite Ende (122) in die Zwischenschicht (13) mit einer Tiefe von nicht weniger als 0,1 mm eingetaucht ist und/oder wobei der Abstand zwischen der seitlichen Außenfläche (123) des Elekt-

ronikbauteils (12) und der inneren Seitenwand (143) des Hohlraums (141) zwischen 1,5 und 20 mm liegt.

4. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 1, wobei zwischen der Zwischenschicht (13) und dem Hohlraum (141) eine elektrisch isolierende Schicht angeordnet ist und/oder wobei der Ausschnitt (142) dem Substrat (11) zugewandt angeordnet ist und wobei die Zwischenschicht (13) im Wesentlichen parallel zu dem Substrat (11) angeordnet ist.

5. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum (141) eine Tiefe im Bereich von 1,5 bis 2 mm aufweist und/oder die Zwischenschicht (13) eine Dicke im Bereich von 0,5 bis 1,0 mm aufweist.

6. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum (141) an seinen Innen- und/oder Außenflächen mit Kühlrippen versehen ist, wobei die Zwischenschicht (13) die an der Innenfläche des Hohlraums (141) angeordneten Kühlrippen zumindest teilweise bedeckt und/oder wobei das Elektronikbauteil (12) mittels Sintern, Kleben oder Löten an der Schaltungsschicht angebracht ist.

7. Leistungsmodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Schaltungsschicht mit einer Stromversorgungsschnittstelle, einer Eingangsschnittstelle und einer Ausgangsschnittstelle versehen ist, wobei das Leistungsmodul (100) über die Stromversorgungsschnittstelle mit einer Eingangsstromversorgung verbunden ist und über die Eingangsschnittstelle ein Eingangssignal empfängt und nach der Verarbeitung durch eine auf dem Substrat (11) vorgesehene Steuereinheit und das Elektronikbauteil (12) ein Ausgangssignal erzeugt, und wobei das Ausgangssignal über die Ausgangsschnittstelle nach außen ausgegeben wird; und/oder wobei die Schaltungsschicht als eine einzelne Schicht oder als mehrere Schichten ausgeführt ist.

8. Leistungsmodul (100) nach Anspruch 7, wobei das Elektronikbauteil (12) einen Feldeffekttransistor (FET) oder einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) umfasst, und wobei die Steuereinheit und das Elektronikbauteil (12) so ausgeführt sind, dass sie die Eingangsstromversorgung entsprechend dem Eingangssignal in ein Ausgangsspannungssignal umwandeln und verarbeiten, das über die Ausgangsschnittstelle nach außen ausgegeben wird.

9. Wechselrichter (200), **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein Leistungsmodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst, wobei das Leistungsmodul (100) mit einer Vielzahl von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode versehen ist, wobei die Vielzahl von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode elektrisch verbunden ist, um

den Wechselrichter (200) so zu steuern, dass er die Umwandlung von einer Gleichstromspannung in eine Wechselstromspannung oder die Umwandlung von einer Wechselstromspannung in eine Gleichstromspannung ausführt.

10. Elektromechanische Vorrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie folgendes umfasst: ein Leistungsmodul (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8; und ein Arbeitsteil (300), wobei das Arbeitsteil (300) elektrisch mit der Ausgangsschnittstelle des Leistungsmoduls (100) verbunden ist und dazu dient, ein Ausgangssignal von der Ausgangsschnittstelle zu empfangen, um zu arbeiten.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

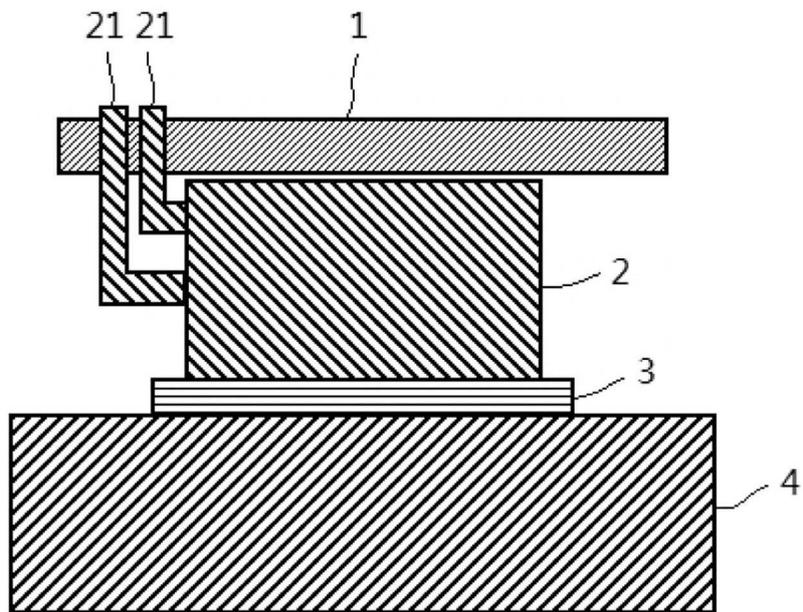


Fig. 1

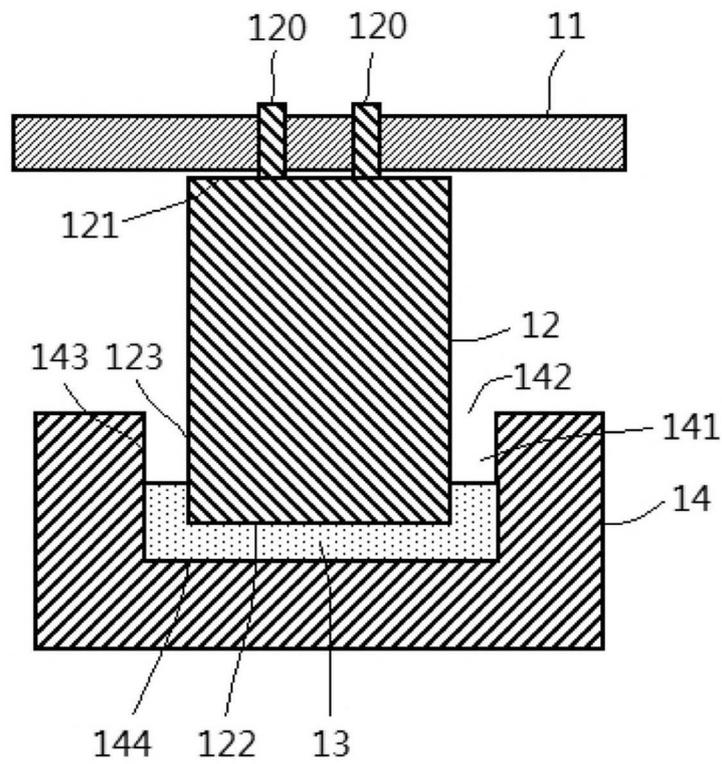


Fig. 2

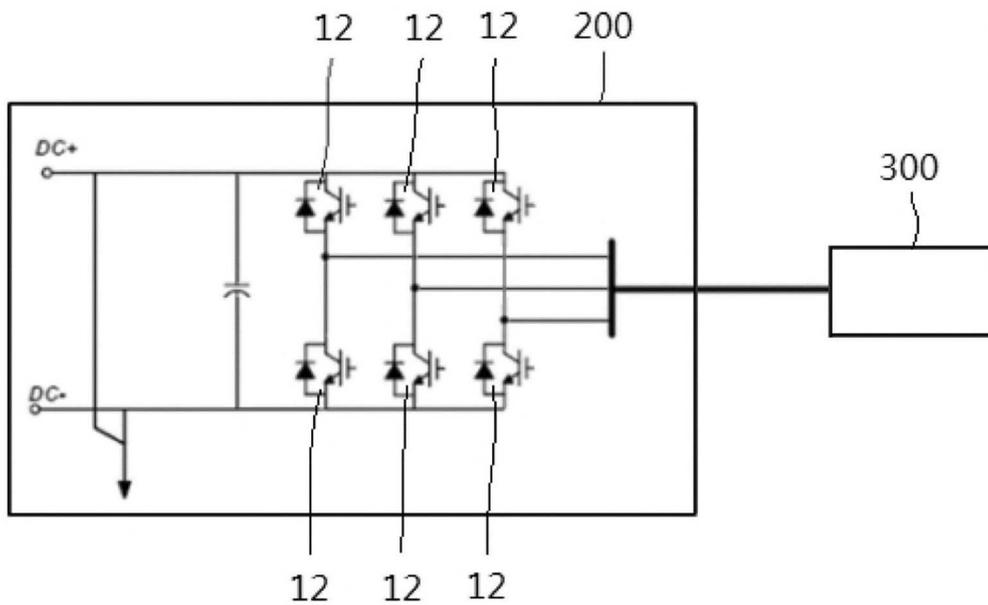


Fig. 3