



(10) **DE 10 2024 001 087 B3** 2024.10.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2024 001 087.4**  
(22) Anmeldetag: **05.04.2024**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **10.10.2024**

(51) Int Cl.: **H01L 23/34 (2006.01)**  
**G05D 23/19 (2006.01)**  
**H01H 35/00 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Mercedes-Benz Group AG, 70372 Stuttgart, DE**

**Li, Man, [et al.]. Electrically gated molecular thermal switch. Science, 2023, 382. Jg., Nr. 6670, S. 585-589.**

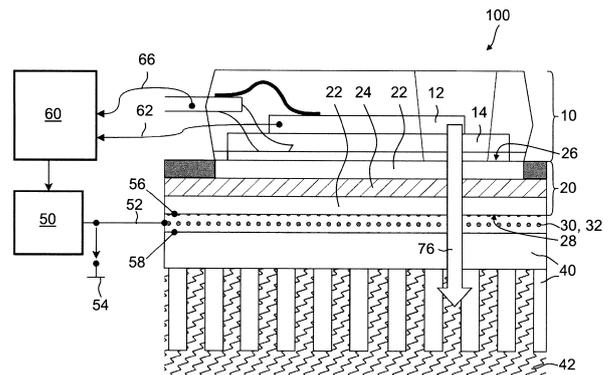
(72) Erfinder:  
**Becker, Marco, 70180 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2012 208 745</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>603 05 867</b>	<b>T2</b>

(54) Bezeichnung: **Leistungselektronik-Komponente und Verfahren zum Betreiben einer Leistungselektronik-Komponente**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leistungselektronik-Komponente (100), insbesondere Halbleiterschalter, umfassend wenigstens eine Halbleiterkomponente (10), welche auf einer Vorderseite (26) einer Leiterplatte (20) angeordnet ist, wobei die Leiterplatte (20) von einer Rückseite (28) mittels eines Kühlkörpers (40) gekühlt ist, eine thermisch leitende Zwischenschicht (30) mit steuerbarem Wärmewiderstand (70), welche zwischen der Rückseite (28) der Leiterplatte (20) und dem Kühlkörper (40) angeordnet ist, und eine Steuer- und/oder Regeleinheit (50) zur Regelung oder Steuerung des Wärmewiderstands (70) der thermisch leitenden Zwischenschicht (30). Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Leistungselektronik-Komponente (100).



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter.

**[0002]** In Leistungselektronik-Systemen werden Halbleiterschalter zur effizienten Steuerung von elektrischer Energie eingesetzt. Am Halbleiterschalter entsteht eine große Menge an Wärme, die abgeleitet werden muss, um das Bauteil vor Überhitzung und Beschädigung zu schützen.

**[0003]** Bei Anwendungen mit wechselnden Betriebsbedingungen treten thermische Zyklen auf, die die Lebensdauer der Halbleiterschalter und damit des Leistungselektronik-Systems maßgeblich beeinflussen. Thermische Zyklen führen zu thermisch-mechanischen Spannungen, die die Verbindungen in der Baugruppe des Leistungsmoduls (z. B. Bonddrähte) beschädigen können. Diese Spannungen entstehen, wenn sich die Materialien in der Baugruppe aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten unterschiedlich ausdehnen.

**[0004]** Konstante Temperaturen können die Lebensdauer eines Halbleiterschalters ebenfalls verringern, doch ist der Einfluss im Vergleich zu Temperaturschwankungen geringer. Obwohl die Materialien des Halbleiterbauelements auch bei konstanten Temperaturen belastet werden, ist die Belastung gleichmäßiger.

**[0005]** Aus der DE 603 05 867 T2 ist ein optoelektronisches Modul bekannt, umfassend ein Modulgehäuse mit einer maximalen spezifizierten Betriebstemperatur, eine aktive optoelektronische Komponente, die in dem Modulgehäuse angeordnet ist und eine Erwärmungsvorrichtung, die benachbart zu der aktiven optoelektronischen Komponente innerhalb des Modulgehäuses angeordnet ist, zum Erwärmen der aktiven optoelektronischen Komponente auf eine Betriebstemperatur bei oder über der maximalen spezifizierten Betriebstemperatur des Modulgehäuses, wobei die aktive optoelektronische Komponente Betriebscharakteristika bei ihrer Betriebstemperatur aufweist, die ausreichend sind für ihre erforderliche Funktion. Das Modul weist ferner einen Thermoschalter zum schaltbaren Bereitstellen von entweder einer relativ niedrigen oder relativ hohen thermischen Impedanz zwischen der Erwärmungsvorrichtung, die als eine Wärmequelle des Thermoschalters dient, und einer Wärmesenke des Thermoschalters auf, wobei der Thermoschalter einen Kanal, der eine erste Position zwischen der Wärmequelle- und Wärmesenke-Seite des Thermoschalters und eine zweite Position aufweist, ein thermisch leitfähiges Fluid innerhalb des Kanals, wobei

das Fluid eine Oberflächenspannung derart aufweist, dass es im Wesentlichen ein einziger Tropfen bleibt und nicht spontan entlang des Kanals fließt, und eine Einrichtung zum Verschieben des thermisch leitfähigen Fluids zwischen der ersten und zweiten Position in dem Kanal aufweist.

**[0006]** Aus der DE 10 2012 208 745 A1 ist eine Vorrichtung zum Kühlen einer elektrischen Komponente in einem Fahrzeug bekannt, umfassend ein Stromversorgungsmodul, das die elektrische Komponente zum Umwandeln von Energie in dem Fahrzeug enthält, wobei das Stromversorgungsmodul eine erste Leiterplatte aufweist, die ein erstes Keramiksubstrat enthält, zum Aufnehmen der elektrischen Komponente, eine Vielzahl thermoelektrischer Zellen, die an einer Unterseite der ersten Leiterplatte angeordnet sind, um Wärme von der elektrischen Komponente weg zu leiten, und eine zweite Leiterplatte, die ein zweites keramisches Substrat enthält, zum Aufnehmen der Vielzahl thermoelektrischer Zellen an ihrer Oberseite, wobei das erste Keramiksubstrat und das zweite Keramiksubstrat dazu dienen, die elektrische Komponente gegenüber der ersten Leiterplatte und der zweiten Leiterplatte zu isolieren und Wärmeleitung von der elektrischen Komponente über die Vielzahl thermoelektrischer Zellen zu ermöglichen.

**[0007]** Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine verbesserte Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter, zu schaffen.

**[0008]** Eine weitere Aufgabe ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer solchen verbesserten Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter, anzugeben.

**[0009]** Die vorgenannten Aufgaben werden mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0010]** Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

**[0011]** Nach einem Aspekt der Erfindung wird eine Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter, vorgeschlagen, umfassend wenigstens eine Halbleiterkomponente, welche auf einer Vorderseite einer Leiterplatte der Leistungselektronik-Komponente angeordnet ist, wobei die Leiterplatte von einer Rückseite der Leiterplatte mittels eines Kühlkörpers der Leistungselektronik-Komponente gekühlt ist, eine thermisch leitende Zwischenschicht mit steuerbarem Wärmewiderstand, welche zwischen der Rückseite der Leiterplatte und dem Kühlkörper angeordnet ist, und eine Steuer- und/oder Regeleinheit zur Regelung oder Steuerung des Wärmewiderstands der thermisch leitenden Zwischenschicht.

**[0012]** Vorteilhaft kann die Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente verlängert werden, indem die Anzahl und die Amplitude der thermischen Zyklen während des Betriebs reduziert werden. Dies kann beispielsweise durch eine geeignete Kühlung oder durch den Einsatz von Schalttechniken erreicht werden, die die Anzahl der thermischen Zyklen reduzieren.

**[0013]** Zur Kühlung der Komponenten der Leistungselektronik-Komponente ist ein an der Leiterplatte angeordneter Kühlkörper vorgesehen, welcher üblicherweise eine im Wesentlichen konstante Kühlleistung aufweist. Es wird vorgeschlagen, zwischen Kühlkörper und Leiterplatte eine thermisch leitfähige Zwischenschicht einzufügen, deren Wärmewiderstand bzw. Wärmeleitfähigkeit mittels einer angelegten Spannung steuerbar ist. Dadurch lässt sich die auf die Komponente wirkende effektive Kühlleistung anpassen, um im Betrieb der Komponente bei unterschiedlicher Belastung auftretende thermische Zyklen in ihrer Anzahl und/oder Höhe zu verringern und damit die Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente zu verlängern.

**[0014]** Dazu dient eine thermisch leitende Zwischenschicht mit steuerbarem Wärmewiderstand, welche beispielsweise aus einer molekularen Schicht bestehen kann. Ein solcher thermischer Schalter ist grundsätzlich bekannt und ist beispielsweise in Li M. et al., „Electrically gated molecular thermal switch“, Science, AAAS (USA), Band 382 (2023), Seiten 585-589 beschrieben.

**[0015]** Bei der vorgeschlagenen Leistungselektronik-Komponente ist eine solche Schicht als thermischer Schalter zwischen der Leiterplatte und dem Kühlkörper angeordnet. Der Wärmewiderstand kann über die Steuer- und/oder Regeleinheit gesteuert oder geregelt werden.

**[0016]** Durch den Einsatz des thermischen Schalters in Verbindung mit dem Regelungsverfahren kann eine erhebliche Verringerung der Temperaturschwankungsamplitude der Halbleiterkomponente erreicht werden, wobei die gleiche Ausgangsleistung des Halbleiterschalters beibehalten wird. Dies führt zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente. Im Gegensatz zu konventionellen Techniken zur Verringerung der thermischen Zyklen in Halbleiterschaltern erzeugt der vorgeschlagene Ansatz keine zusätzliche Verlustleistung des Halbleiterschalters und erhöht somit die Systemeffizienz.

**[0017]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Leistungselektronik-Komponente kann der Wärmewiderstand durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die thermisch leitende Zwischenschicht einstellbar sein. Durch Variation der elektrischen

Spannung lässt sich der Wärmewiderstand der zwischen einer Wärmequelle und einer Wärmesenke angeordneten Zwischenschicht günstigerweise geeignet einstellen.

**[0018]** Die Leistungselektronik-Komponente umfasst weiter eine Erfassungseinheit, welche wenigstens eine Temperatur und einen elektrischen Strom der wenigstens einen Halbleiterkomponente bestimmt. Dabei ist die Erfassungseinheit mit der Steuer- und/oder Regeleinheit elektrisch gekoppelt. Temperatur und Strom der Halbleiterkomponente können so in geeigneter Weise als Führungsgrößen für die Steuer- und/oder Regeleinheit verwendet werden.

**[0019]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Leistungselektronik-Komponente kann die thermisch leitende Zwischenschicht als thermischer Schalter ausgebildet sein. Insbesondere kann der Wärmewiderstand um einen Faktor von wenigstens 1000%, bevorzugt wenigstens 1300%, veränderbar sein. Insbesondere kann der Wärmewiderstand mit einer Taktrate von wenigstens 500 kHz, bevorzugt wenigstens 800 kHz, besonders bevorzugt wenigstens 1 MHz, veränderbar sein. Günstigerweise kann so der Wärmewiderstand zwischen einem maximalen Wert und einem minimalen Wert in geeigneter Weise geschaltet und so über einen großen Wertebereich variiert werden. Das Schalten des thermischen Schalters kann mit einer hinreichend großen Geschwindigkeit erfolgen.

**[0020]** Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben einer Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter, vorgeschlagen. Die Leistungselektronik-Komponente umfasst wenigstens eine Halbleiterkomponente, welche auf einer Vorderseite einer Leiterplatte der Leistungselektronik-Komponente angeordnet ist, wobei die Leiterplatte von einer Rückseite der Leiterplatte mittels eines Kühlkörpers der Leistungselektronik-Komponente gekühlt wird, eine thermisch leitende Zwischenschicht mit steuerbarem Wärmewiderstand, welche zwischen der Rückseite der Leiterplatte und dem Kühlkörper angeordnet ist, und eine Steuer- und/oder Regeleinheit. Dabei wird der Wärmewiderstand der thermisch leitenden Zwischenschicht mittels der Steuer- und/oder Regeleinheit geregelt oder gesteuert. Weiter umfasst die Leistungselektronik-Komponente eine Erfassungseinheit, welche mit der Steuer- und/oder Regeleinheit elektrisch gekoppelt ist.

**[0021]** Mit dem vorgeschlagenen Verfahren kann die Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente verlängert werden, indem die Anzahl und die Amplitude der thermischen Zyklen während des Betriebs reduziert werden. Dies kann beispielsweise durch eine geeignete Kühlung oder durch den Ein-

satz von Schalttechniken erreicht werden, die die Anzahl der thermischen Zyklen reduzieren.

**[0022]** Bei der Leistungselektronik-Komponente ist eine thermisch leitende Zwischenschicht mit steuerbarem Wärmewiderstand als thermischer Schalter zwischen der Leiterplatte und dem Kühlkörper angeordnet. Der Wärmewiderstand kann vorteilhaft über die Steuer- und/oder Regeleinheit gesteuert oder geregelt werden.

**[0023]** Durch den Einsatz des thermischen Schalters in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Regelungsverfahren kann eine erhebliche Verringerung der Temperaturschwankungsamplitude der Halbleiterkomponente erreicht werden, wobei die gleiche Ausgangsleistung des Halbleiterschalters beibehalten wird. Dies führt zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente. Im Gegensatz zu konventionellen Techniken zur Verringerung der thermischen Zyklen in Halbleiterschaltern erzeugt der vorgeschlagene Ansatz keine zusätzliche Verlustleistung des Halbleiterschalters und erhöht somit die Systemeffizienz.

**[0024]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann der Wärmewiderstand durch Anlegen einer elektrischen Spannung an die thermisch leitende Zwischenschicht eingestellt werden. Durch Variation der elektrischen Spannung lässt sich der Wärmewiderstand der zwischen einer Wärmequelle und einer Wärmesenke angeordneten Zwischenschicht günstigerweise geeignet einstellen.

**[0025]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann der Wärmewiderstand der thermisch leitenden Zwischenschicht getaktet verändert werden. Insbesondere kann der Wärmewiderstand um einen Faktor von wenigstens 1000%, bevorzugt wenigstens 1300%, verändert werden. Insbesondere kann der Wärmewiderstand mit einer Taktrate von wenigstens 500 kHz, bevorzugt wenigstens 800 kHz, besonders bevorzugt wenigstens 1 MHz, verändert werden. Günstigerweise kann so der Wärmewiderstand zwischen einem maximalen Wert und einem minimalen Wert in geeigneter Weise geschaltet und so über einen großen Wertebereich variiert werden. Das Schalten des thermischen Schalters kann mit einer hinreichend großen Geschwindigkeit erfolgen.

**[0026]** Mittels der Erfassungseinheit werden wenigstens eine Temperatur und ein elektrischer Strom der wenigstens einen Halbleiterkomponente bestimmt, welche als Führungsgrößen für die Steuer- und/oder Regeleinheit verwendet werden. Damit kann der Wärmewiderstand der thermisch leitenden Zwischenschicht in geeigneter Weise gesteuert oder geregelt werden.

**[0027]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann der Wärmewiderstand so geregelt werden, dass die Temperatur der wenigstens einen Halbleiterkomponente eine minimale Temperaturschwankung aufweist. Auf diese Weise kann vorteilhaft eine günstige Erhöhung der Lebensdauer der Leistungselektronik-Komponente erreicht werden.

**[0028]** Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann der Wärmewiderstand antiproportional zu dem Strom der wenigstens einen Halbleiterkomponente geregelt werden. Dadurch kann günstigerweise erreicht werden, dass eine Höhe der Temperaturschwankungen beim Betrieb der Leistungselektronik-Komponente reduziert wird.

**[0029]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

**[0030]** Dabei zeigen:

**Fig. 1** eine Schnittdarstellung einer Leistungselektronik-Komponente, insbesondere Halbleiterschalter, mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit sowie einer Erfassungseinheit für Temperatur und Strom nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 2** eine symbolische Darstellung eines thermischen Schalters in Form einer thermisch leitenden Zwischenschicht mit steuerbarem Wärmewiderstand;

**Fig. 3** der steuerbare Wärmewiderstand der thermisch leitenden Zwischenschicht als Funktion einer angelegten elektrischen Spannung; und

**Fig. 4** eine Darstellung einer Temperatur der Halbleiterkomponente der Leistungselektronik-Komponente, wobei der steuerbare Wärmewiderstand der thermisch leitenden Zwischenschicht nach dem erfindungsgemäßen Verfahren geregelt wird.

**[0031]** In den Figuren sind gleiche oder gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

**[0032]** **Fig. 1** zeigt eine Schnittdarstellung einer Leistungselektronik-Komponente 100, insbesondere Halbleiterschalter, mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit 50 sowie einer Erfassungseinheit 60 für Temperatur 62 und Strom 66 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0033]** Die Leistungselektronik-Komponente 100 umfasst eine Halbleiterkomponente 10, welche auf einer Vorderseite 26 einer Leiterplatte 20 angeordnet ist. Die Leiterplatte 20 ist von einer Rückseite 28 mittels eines Kühlkörpers 40 gekühlt. Der Kühlkörper 40 steht mit seinen Kühlfingern mit einem Kühlmedium 42 in thermischem Kontakt.

**[0034]** Die Halbleiterkomponente 10 umfasst den eigentlichen Halbleiter 12 der über Kontaktierungselemente 14, beispielsweise ein Stanzgitter, mit Leiterbahnen der Leiterplatte 20 elektrisch verbunden ist. Die Leiterplatte 20 umfasst Metalllagen 22, beispielsweise Kupferlagen, welche die Leiterbahnen bilden und durch Keramiksichten 24 voneinander elektrisch isoliert sind. Die Keramiksichten 24 bilden außerdem die mechanische Struktur der Leiterplatte 20.

**[0035]** Die Leistungselektronik-Komponente 100 weist eine thermisch leitende Zwischenschicht 30 mit steuerbarem Wärmewiderstand 70 auf, welche zwischen der Rückseite 28 der Leiterplatte 20 und dem Kühlkörper 40 angeordnet ist.

**[0036]** Die thermisch leitende Zwischenschicht 30 mit steuerbarem Wärmewiderstand 70 kann beispielsweise aus einer molekularen Schicht bestehen. Ein solcher thermischer Schalter 32 ist grundsätzlich bekannt und ist beispielsweise in Li M. et al., „Electrically gated molecular thermal switch“, Science, AAAS (USA), Band 382 (2023), Seiten 585-589 beschrieben.

**[0037]** Weiter ist eine Steuer- und/oder Regeleinheit 50 zur Regelung oder Steuerung des Wärmewiderstands 70 der thermisch leitenden Zwischenschicht 30 vorgesehen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 50 ist dazu ausgebildet, eine elektrische Spannung 52 bezogen auf eine Spannung 54 von 0 V an die thermisch leitende Zwischenschicht 30 anzulegen. Der Wärmewiderstand 70 kann durch Anlegen der elektrischen Spannung 52 an die thermisch leitende Zwischenschicht 30 eingestellt werden.

**[0038]** Durch Veränderung des Wärmewiderstands 70 der Zwischenschicht 30 kann so ein Wärmestrom 78 zwischen dem Halbleiter 12 und dem Kühlkörper 40 sowie dem Kühlmedium 42 beeinflusst werden.

**[0039]** Weiter ist eine Erfassungseinheit 60 vorgesehen, welche wenigstens eine Temperatur 62 und einen elektrischen Strom 66 der wenigstens einen Halbleiterkomponente 10 bestimmt. Die Erfassungseinheit 60 ist mit der Steuer- und/oder Regeleinheit 50 elektrisch gekoppelt und stellt die Temperaturwerte 62 und die Stromwerte 66 als Führungsgrößen für die Steuer- und/oder Regeleinheit 50 zur Verfügung.

**[0040]** Die thermisch leitende Zwischenschicht 30 ist als thermischer Schalter 32 ausgebildet.

**[0041]** Fig. 2 zeigt dazu eine symbolische Darstellung des thermischen Schalters 32 in Form einer thermisch leitenden Zwischenschicht 30 mit steuerbarem Wärmewiderstand 70 nach Fig. 1.

**[0042]** Der thermische Schalter 32 ist zwischen einer Wärmequelle 56 und einer Wärmesenke 58 angeordnet. Die Wärmequelle 56 ist in Fig. 1 als Rückseite 28 der Leiterplatte 20 ausgebildet. Die Wärmesenke 58 stellt der Kühlkörper 40 dar.

**[0043]** Der Wärmewiderstand 70 und dadurch der Wärmestrom 78 zwischen der Wärmequelle 56 und der Wärmesenke 58 kann über die elektrische Spannung 52 eingestellt werden. Der Wärmewiderstand 70 kann so beispielsweise um einen Faktor von wenigstens 1000%, bevorzugt wenigstens 1300%, verändert werden.

**[0044]** Das Schaltverhalten des thermischen Schalters 32 zeigt sich dadurch, dass der Wärmewiderstand 70 getaktet verändert werden kann. Vorteilhaft kann der Wärmewiderstand 70 dabei mit einer Takt-rate von wenigstens 500 kHz, bevorzugt wenigstens 800 kHz, besonders bevorzugt wenigstens 1 MHz, verändert werden.

**[0045]** In Fig. 3 ist der steuerbare Wärmewiderstand 70 der thermisch leitenden Zwischenschicht 30 beispielhaft als Funktion der angelegten elektrischen Spannung 52 dargestellt.

**[0046]** Der Wärmewiderstand 70 ergibt sich demnach über eine lineare Beziehung mit der angelegten elektrischen Spannung 52. Dabei kann der Wärmewiderstand beispielsweise zwischen einem minimalen Widerstandswert 72 und einem maximalen Widerstandswert 74 eingestellt werden, indem die elektrische Spannung von einer negativen Spannung 53 über den Spannungsnulldpunkt 54 zu einer positiven Spannung 55 geändert wird.

**[0047]** Fig. 4 zeigt eine Darstellung der Temperatur 62 der Halbleiterkomponente 10 der Leistungselektronik-Komponente 100. Der steuerbare Wärmewiderstand 70 der thermisch leitenden Zwischenschicht 30 wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren geregelt.

**[0048]** Dargestellt in Fig. 4 ist jeweils das zeitliche Verhalten der Temperatur 62, sowie des Stroms 66 in der Halbleiterkomponente 10, der Wärmewiderstand 70 und der elektrischen Spannung 52 an der thermisch leitenden Zwischenschicht 30.

**[0049]** Der Wärmewiderstand 70 ist dabei nach dem erfindungsgemäßen Verfahren so gesteuert oder

geregelt, dass sich ein weitestgehend geglätteter Temperaturverlauf 62 ergibt. Eine Raumtemperatur 63 und eine maximale Temperatur 64 der Temperatur 62 in der Halbleiterkomponente 10 sind eingezeichnet. Temperatur 62 weicht wenig mit einer geringen Temperaturschwankung 65 von der maximalen Temperatur 64 ab. Das bedeutet, dass die Halbleiterkomponente 10 vorteilhaft in einem weitgehend konstanten Temperaturbereich betrieben wird, was sich auf die Lebensdauer der Halbleiterkomponente 10 günstig auswirkt.

**[0050]** Die Temperatur 62 steigt in den Bereichen, in denen der Strom 66 jeweils aufgrund des Schaltverhaltens der Halbleiterkomponente 10, dargestellt durch die Differenz 67 zwischen minimalem und maximalem Strom 66, die Maximalwerte annimmt, geringfügig an.

**[0051]** Der Wärmewiderstand 70 dagegen wird in den Bereichen, in denen der Strom 66 seine Maximalwerte aufweist, auf minimale Werte gesteuert oder geregelt, dargestellt durch die Differenz 71 zwischen minimalem und maximalen Wärmewiderstand 70.

**[0052]** Die an die thermisch leitende Zwischenschicht 30 angelegte elektrische Spannung 52 weist die entsprechenden Werte zwischen negativer Spannung 53 und positiver Spannung 55 mit Nulldurchgang 54 auf.

**[0053]** Vorteilhaft kann der Wärmewiderstand 70 so gesteuert oder geregelt werden, dass die Temperatur 66 der Halbleiterkomponente 10 eine minimale Temperaturschwankung 65 aufweist. Dazu kann die Temperatur 66 durch Steuern oder Regeln des Wärmewiderstands 70 auf einer Referenztemperatur gehalten werden. Die Referenztemperatur kann anwendungsspezifisch sein.

**[0054]** Das Regelungsverfahren des Wärmewiderstands 70 hängt vom Wärmestrom 76 der Halbleiterkomponente 10 ab, welcher mit dem Strom 66 durch die Halbleiterkomponente 10 korreliert. Um die Amplitude der Temperaturschwankung 65 zu begrenzen, kann der Wärmewiderstand 70 antiproportional zu dem Strom 66 der Halbleiterkomponente 10 geregelt werden.

**[0055]** Dabei kann der Wärmewiderstand 70 bei einem maximalen Strom 66, bei dem der maximale Wärmestrom 76 auftritt, auf einen minimalen Wert geregelt werden und bei einem minimalen Strom 66, bei dem ein minimaler Wärmestrom 76 sich ergibt, auf einen maximalen Wert geregelt werden.

12	Halbleiter
14	Kontaktierungselement
20	Leiterplatte
22	Metalllage
24	Keramikschiicht
26	Vorderseite
28	Rückseite
30	Zwischenschicht
32	thermischer Schalter
40	Kühlkörper
42	Kühlmedium
50	Steuer- und/oder Regeleinheit
52	Spannung an Zwischenschicht
53	negative Spannung
54	Spannung 0 V
55	positive Spannung
56	Wärmequelle
58	Wärmesenke
60	Erfassungseinheit
62	Temperatur Halbleiter
63	Raumtemperatur
64	maximale Temperatur
65	Temperaturschwankung
66	Strom
67	Stromschwankung
70	Wärmewiderstand
71	Widerstandsschwankung
72	minimaler Wärmewiderstand
74	maximaler Wärmewiderstand
76	Wärmestrom
80	Zeit
100	Leistungselektronik-Komponente

**Patentansprüche**

1. Leistungselektronik-Komponente (100), insbesondere Halbleiterschalter, umfassend wenigstens eine Halbleiterkomponente (10), eine Leiterplatte (20) und einen Kühlkörper (40), wobei die Halbleiterkomponente (10) auf einer Vorderseite (26) der Leiterplatte (20) angeordnet ist, und wobei die Leiterplatte (20) von einer Rückseite (28) der Leiterplatte (20) mittels des Kühlkörpers (40) gekühlt ist, eine thermisch leitende Zwischenschicht (30) mit

Bezugszeichenliste

10	Halbleiterkomponente
----	----------------------

steuerbarem Wärmewiderstand (70), welche zwischen der Rückseite (28) der Leiterplatte (20) und dem Kühlkörper (40) angeordnet ist, eine Steuer- und/oder Regeleinheit (50) zur Regelung oder Steuerung des Wärmewiderstands (70) der thermisch leitenden Zwischenschicht (30), und eine Erfassungseinheit (60), welche wenigstens eine Temperatur (62) und einen elektrischen Strom (66) der wenigstens einen Halbleiterkomponente (10) bestimmt, wobei die Erfassungseinheit (60) mit der Steuer- und/oder Regeleinheit (50) elektrisch gekoppelt ist.

2. Leistungselektronik-Komponente nach Anspruch 1, wobei der Wärmewiderstand (70) durch Anlegen einer elektrischen Spannung (52) an die thermisch leitende Zwischenschicht (30) einstellbar ist.

3. Leistungselektronik-Komponente nach Anspruch 1 oder 2, wobei die thermisch leitende Zwischenschicht (30) als thermischer Schalter (32) ausgebildet ist, insbesondere wobei der Wärmewiderstand (70) um einen Faktor von wenigstens 1000%, bevorzugt wenigstens 1300%, veränderbar ist, insbesondere wobei der Wärmewiderstand (70) mit einer Taktrate von wenigstens 500 kHz, bevorzugt wenigstens 800 kHz, besonders bevorzugt wenigstens 1 MHz, veränderbar ist.

4. Verfahren zum Betreiben einer Leistungselektronik-Komponente (100), insbesondere Halbleiterschalter, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die Leistungselektronik-Komponente (100) umfassend wenigstens eine Halbleiterkomponente (10), eine Leiterplatte (20) und einen Kühlkörper (40), wobei die Halbleiterkomponente (10) auf einer Vorderseite (26) der Leiterplatte (20) angeordnet ist, und wobei die Leiterplatte (20) von einer Rückseite (28) mittels des Kühlkörpers (40) gekühlt wird, eine thermisch leitende Zwischenschicht (30) mit steuerbarem Wärmewiderstand (70), welche zwischen der Rückseite (28) der Leiterplatte (20) und dem Kühlkörper (40) angeordnet ist, eine Steuer- und/oder Regeleinheit (50), wobei der Wärmewiderstand (70) der thermisch leitenden Zwischenschicht (30) mittels der Steuer- und/oder Regeleinheit (50) geregelt oder gesteuert wird, und eine Erfassungseinheit (60), welche mit der Steuer- und/oder Regeleinheit (50) elektrisch gekoppelt ist, wobei mittels der Erfassungseinheit (60) wenigstens eine Temperatur (62) und ein elektrischer Strom (66) der wenigstens einen Halbleiterkomponente (10) bestimmt wird, welche als Führungsgrößen für die Steuer- und/oder Regeleinheit (50) verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Wärmewiderstand (70) durch Anlegen einer elektrischen Spannung (52) an die thermisch leitende Zwischenschicht (30) eingestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Wärmewiderstand (70) der thermisch leitenden Zwischenschicht (30) getaktet verändert wird, insbesondere wobei der Wärmewiderstand (70) um einen Faktor von wenigstens 1000%, bevorzugt wenigstens 1300%, verändert wird, insbesondere wobei der Wärmewiderstand (70) mit einer Taktrate von wenigstens 500 kHz, bevorzugt wenigstens 800 kHz, besonders bevorzugt wenigstens 1 MHz, verändert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der Wärmewiderstand (70) so geregelt wird, dass die Temperatur (66) der wenigstens einen Halbleiterkomponente (10) eine minimale Temperaturschwankung (65) aufweist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei der Wärmewiderstand (70) antiproportional zu dem Strom (66) der wenigstens einen Halbleiterkomponente (10) geregelt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

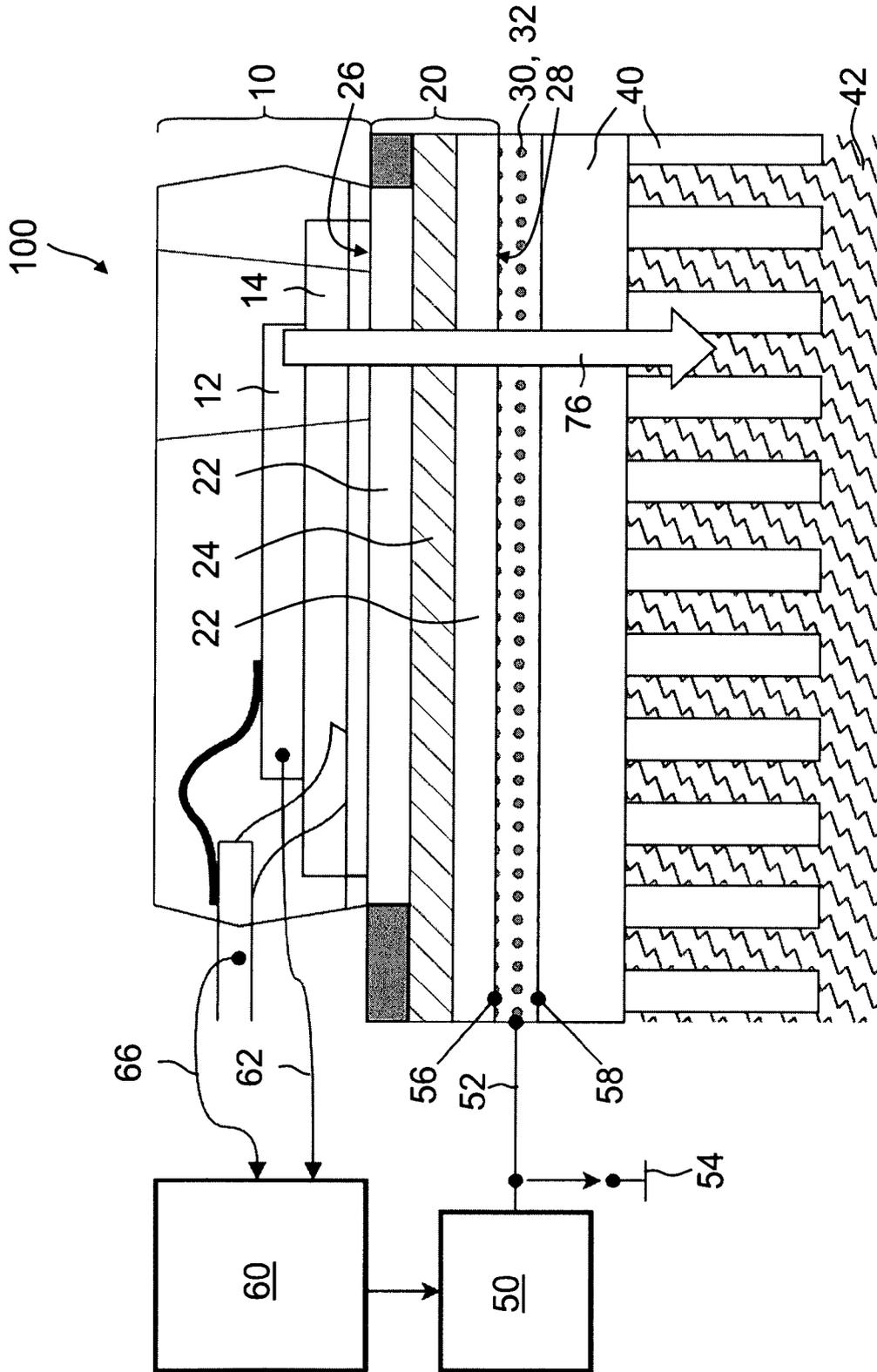


Fig. 1

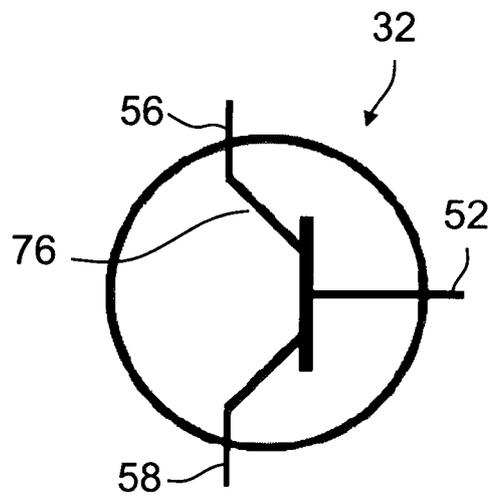


Fig. 2

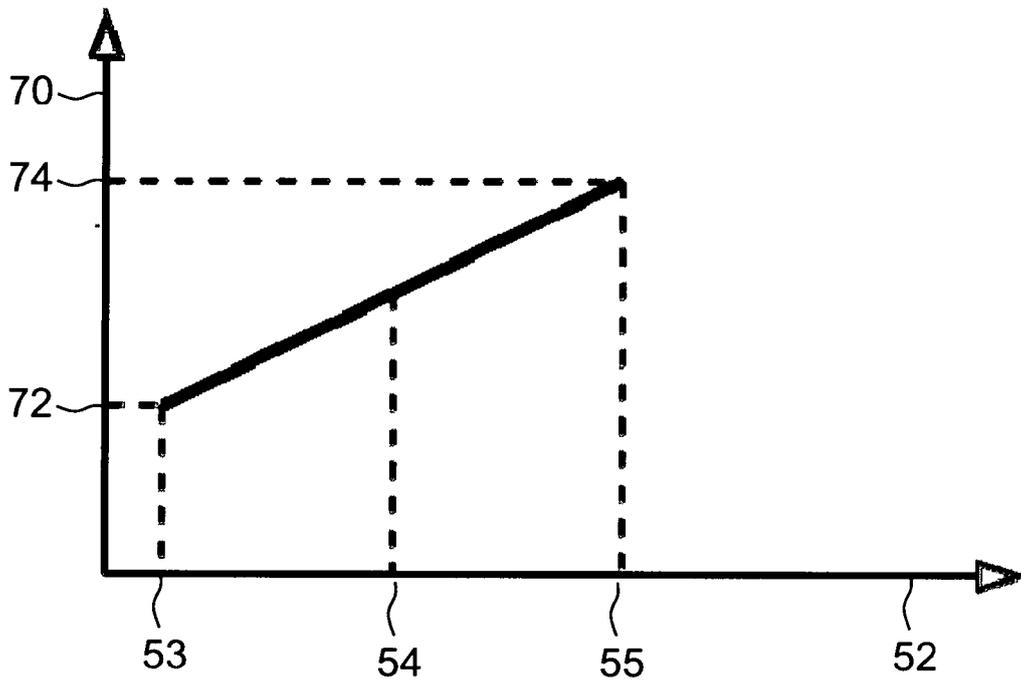


Fig. 3

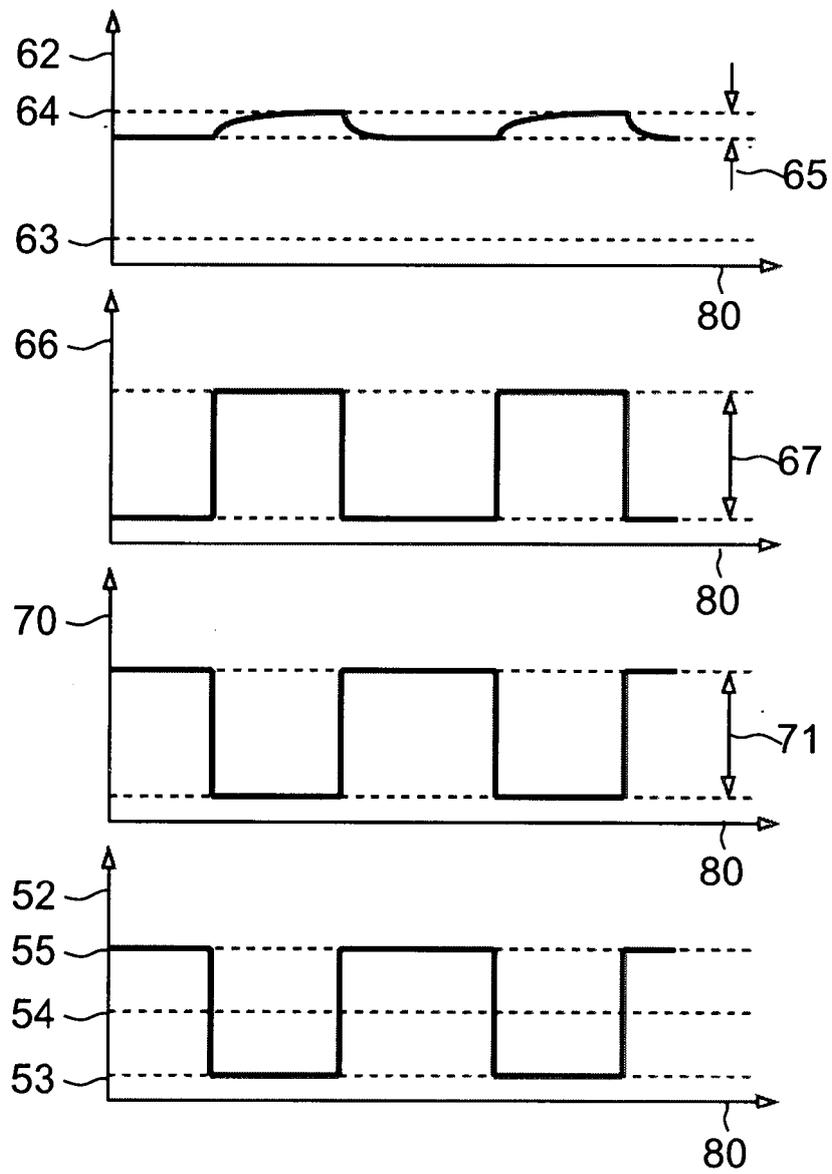


Fig. 4