



BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 15/06

Verkündet am
21. Juli 2009

(AktENZEICHEN)

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

...

betreffend die Patentanmeldung 100 62 108.2-33

hat der 23. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 21. Juli 2009 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Tauchert, des Richters Lokys, der Richterin Dr. Hock sowie des Richters Brandt

beschlossen:

Der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 29. September 2005 wird aufgehoben und das Patent wird mit folgenden Unterlagen erteilt:

Patentansprüche 1 bis 8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009,
ursprüngliche Beschreibung Seiten 1 und 3 bis 7,
Beschreibung Seite 2, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009,
ursprüngliche Zeichnung Figuren 1 und 2.

Bezeichnung der Erfindung: Leistungsmodul mit verbessertem transientem Wärmewiderstand

Gründe

I.

Die Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts hat die am 13. Dezember 2000 mit der Bezeichnung „Leistungsmodul mit verbessertem transientem Wärmewiderstand“ angemeldete Patentanmeldung mit Beschluss vom 29. September 2005 zurückgewiesen. Im vorangegangenen Prüfungsverfahren hat sie unter Hinweis auf die Druckschriften

- D1 US 5 654 586
- D2 US 5 786 230
- D3 DE 34 14 065 A1
- D4 EP 0 242 626 B1

D5 US 5 966 291 und

D6 WO 99/19 906 A2

dargelegt, das Leistungsmodul nach dem damals geltenden Anspruch 1 beruhe nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit des zuständigen Fachmanns.

Die Anmelderin hat gegen den am 20. Oktober 2005 abgesandten Zurückweisungsbeschluss mit Schriftsatz vom 21. November 2005, eingegangen am selben Tag, Beschwerde eingelegt.

Mit der Terminladung zur mündlichen Verhandlung hat der Senat der Anmelderin ergänzend zu dem von der Prüfungsstelle ermittelten Stand der Technik noch die Druckschrift

D7 EP 0 491 389 A1

übermittelt.

In der mündlichen Verhandlung stellt die Anmelderin den Antrag,

den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 29. September 2005 aufzuheben und das Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen (Hauptantrag):

Patentansprüche 1 bis 8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009;

ursprüngliche Beschreibung Seiten 1 und 3 bis 7;

Beschreibung Seite 2, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009;

ursprüngliche Zeichnung Figuren 1 und 2.

Hilfsweise stellt sie den Antrag,

das Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen (Hilfsantrag):

Patentansprüche 1 bis 6, eingereicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009;

ursprüngliche Beschreibung Seiten 1 und 3 bis 7;

Beschreibung Seite 2, überreicht in der mündlichen Verhandlung vom 21. Juli 2009;

ursprüngliche Zeichnung Figuren 1 und 2.

Der Patentanspruch 1 nach Hauptantrag lautet bei Korrektur der Angabe „mit einem Kühlkörper verbunden ist“ im Merkmal c) in „mit einem Kühlkörper verbunden ist“:

„Elektronisches Leistungsmodul mit einem elektronischen Leistungsbaulement (1), einem DCB-Keramikssubstrat (3, 4, 5), einem Kühlkörper (6) und mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12), wobei

a) das elektronische Leistungsbaulement (1) über eine Sinterschicht (2) an seiner Unterseite mit der oberen Kupferschicht (3) des DCB-Keramikssubstrates verbunden ist,

b) die obere Kupferschicht (3) des DCB-Keramikssubstrates zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsbaulements (1) in Kupferleiterbahnen strukturiert ist,

c) die untere Kupferschicht (5) des DCB-Keramikssubstrates über eine Sinterschicht (7) mit einem Kühlkörper verbunden ist,

d) die Oberseite des Leistungsbauelements (1) über eine Sinterschicht (10) mit mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12) aus Molybdän verbunden ist, wobei die mindestens eine zusätzliche Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12) eine Dicke von jeweils 2 mm bis 3 mm aufweist.“

Der Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag lautet bei gleicher Korrektur des Merkmals c) wie beim Anspruch 1 nach Hauptantrag:

„Elektronisches Leistungsmodul mit einem elektronischen Leistungsbauelement (1), einem DCB-Keramiksustrat (3, 4, 5), einem Kühlkörper (6) und mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12), wobei

a) das elektronische Leistungsbauelement (1) über eine Sinterschicht (2) an seiner Unterseite mit der oberen Kupferschicht (3) des DCB-Keramiksustrates verbunden ist,

b) die obere Kupferschicht (3) des DCB-Keramiksustrates zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsbauelements (1) in Kupferleiterbahnen strukturiert ist,

c) die untere Kupferschicht (5) des DCB-Keramiksustrates über eine Sinterschicht (7) mit einem Kühlkörper verbunden ist,

d) die Oberseite des Leistungsbauelements (1) über eine Sinterschicht (10) mit mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12) verbunden ist,

das Leistungsbauelement (1) über die zusätzliche Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12) an seiner Oberseite kontaktiert wird, und

die Kontaktierung des Leistungsbauelements (1) mittels der unteren Kupferschicht (13) der zusätzlichen Wärmekapazität erfolgt, die als DCB-Keramik ausgebildet ist.“

Hinsichtlich der Unteransprüche 2 bis 8 nach Hauptantrag, der Unteransprüche 2 bis 6 nach Hilfsantrag und hinsichtlich der weiteren Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

II.

Die zulässige Beschwerde ist begründet; sie führt zur Aufhebung des Beschlusses und zur Erteilung des Patents gemäß dem in der mündlichen Verhandlung gestellten Hauptantrag, denn das elektronische Leistungsmodul nach dem geltenden Anspruch 1 nach Hauptantrag erweist sich nach dem Ergebnis der mündlichen Verhandlung als patentfähig.

1. Die Anmeldung betrifft ein elektronisches Leistungsmodul mit verbessertem transientem Wärmewiderstand.

Bei elektronischen Leistungsmodulen muss die durch die Verlustleistung im elektronischen Leistungsbauelement erzeugte Wärme abgeführt werden. Gemäß den Darlegungen der Anmelderin in den geltenden Beschreibungsunterlagen, S. 1, 2. und 3. Absatz, sind aus dem Stand der Technik unterschiedliche Maßnahmen bekannt, um den Wärmewiderstand zwischen dem elektronischen Leistungsbauelement und der Kontaktschicht eines Trägerelements, auf dem das Bauelement angeordnet ist, zu verringern und hierdurch eine hohe Wärmeabfuhr zu gewährleisten.

Die EP 0 242 626 B1 offenbart ein Leistungsmodul, bei dem die Leistungsbauelemente auf ihrer Unterseite mit einer Paste versehen werden, die aus einem in einem Lösungsmittel gelösten Metallpulver (vorzugsweise Silberpulver) besteht, und

bei dem die so vorbehandelten Leistungsbaulemente mit Hilfe eines Drucksinterverfahrens mit einer flächig ausgebildeten Kontaktschicht verbunden werden. Durch die flächig ausgebildeten Kontakte und die Verwendung des hochwärmeleitfähigen Silbers wird der Wärmeübergang zwischen Bauelement und Kontaktierungsschicht verbessert.

Bei dem Leistungsmodul nach der DE 197 00 963 A1 werden die Leistungsbaulemente auf die Oberseite einer beidseitig mit einer Kupferschicht versehenen DCB (direct copper bonding) - Keramik aufgelötet, auf deren Unterseite eine als Schaltungsträger wirkende Metallplatte aufgelötet wird. Diese Metallplatte gibt die Verlustwärme an ein an sie angeschlossenes Kühlsystem ab. Die obere Kupferschicht der DCB-Keramik wird strukturiert, so dass die Unterseite des auf diese Seite aufgelöteten Leistungsbaulements durch die derart hergestellten Leiterbahnen kontaktiert werden kann.

Um die Vorzüge beider Prozesse miteinander zu vereinen, müsste man sowohl einen Drucksintervorgang als auch einen Lötvorgang durchführen und in einem weiteren Schritt noch die metallische Grundplatte mit einer Wärmeleitpaste an das Kühlsystem anschließen. Der Einsatz mehrerer verschiedener Prozesstechnologien macht einen solchen Herstellungsprozess aufwendig und teuer.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Anmeldung als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, ein Leistungsmodul mit einem verbesserten thermischen Verhalten anzugeben, das gegenüber thermischen Lastwechseln weitgehend unempfindlich ist, vgl. die in der mündlichen Verhandlung eingereichte S. 2, 2. Absatz.

Gemäß dem geltenden Anspruch 1 nach Hauptantrag wird diese Aufgabe durch ein elektronisches Leistungsmodul gelöst, bei dem

- das elektronische Leistungsbaulement über eine Sinterschicht an seiner Unterseite mit der oberen Kupferschicht eines DCB-Keramiks substrats verbun-

- den ist, die zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsbauelements in Kupferleiterbahnen strukturiert ist,
- die untere Kupferschicht des DCB-Substrats über eine Sinterschicht mit einem Kühlkörper verbunden ist,
 - die Oberseite des Leistungsbauelements über eine Sinterschicht mit mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität aus Molybdän verbunden ist, die eine Dicke von 2 mm bis 3 mm aufweist.

Die Verbindung aller übereinander angeordneter Ebenen des Leistungsmoduls durch Sinterschichten verringert den thermischen Widerstand der Anordnung senkrecht zu diesen Ebenen, so dass die im Leistungsbauelement entwickelte Wärme mit hoher Effizienz zur Ober- und zur Unterseite des Moduls abgeführt wird. Mit Hilfe der auf der Oberseite des Leistungsbauelements angeordneten Wärmekapazität aus Molybdän mit einer Dicke von 2 mm bis 3 mm können dabei durch transiente Lastwechsel verursachte kurzzeitige Temperaturbelastungen des Bauelements auf der Oberseite des Bauelements abgebaut werden.

Da dem Hauptantrag der Anmelderin entsprochen wurde und der Hilfsantrag nicht zum Tragen kam, erübrigen sich Darlegungen zur Lösung gemäß Anspruch 1 nach Hilfsantrag.

2. Die Patentansprüche 1 bis 8 nach Hauptantrag sind zulässig.

Der Patentanspruch 1 geht auf die ursprünglichen Patentansprüche 1 und 3 zurück und enthält darüber hinaus die auf S. 7, Zeilen 3 bis 5 der ursprünglichen Beschreibung offenbarte Angabe zur Dicke der Molybdän-Wärmekapazität. Mit der Umformulierung der Angabe „bestehend aus mindestens einem elektronischen Leistungsbauelement“ im ursprünglichen Anspruch 1 in die Angabe „mit einem elektronischen Leistungsbauelement“ im geltenden Anspruch 1 wurden Widersprüchlichkeiten im bisherigen Anspruchswortlaut beseitigt.

Die Unteransprüche 2 bis 8 nach Hauptantrag entsprechen inhaltlich und vom Rückbezug her den ursprünglichen Unteransprüchen 2, 7 bis 9 und 11 bis 13.

3. Das elektronische Leistungsmodul nach dem geltenden Anspruch 1 ist patentfähig, denn die im Anspruch 1 nach Hauptantrag gegebene Lehre ist im Hinblick auf den nachgewiesenen Stand der Technik neu und beruht auf erfindnerischer Tätigkeit des Fachmanns. Dieser ist hier als berufserfahrener Fachhochschul-Ingenieur der Elektrotechnik oder der Mikrosystemtechnik zu definieren, der mit der Entwicklung von Leistungshalbleitermodulen betraut ist.

Die Druckschrift D1 offenbart ein Leistungsmodul (*power semiconductor component*), das in Übereinstimmung mit der Lehre des geltenden Anspruchs 1 ein elektronisches Leistungsbauelement (*semiconductor chip CHIP*), ein DCB-Keramiksubstrat (*ceramic substrate SUB, so-called DCB substrates*) und einen Kühlkörper (*baseplate BP of copper*) aufweist. Dabei ist das elektronische Leistungsbauelement in Übereinstimmung der Lehre der Merkmale a) und b) des geltenden Anspruchs 1 nach Hauptantrag über eine Sinterschicht (*connecting layer 1*) an seiner Unterseite mit der oberen Kupferschicht des DCB-Substrats verbunden, die zur elektrischen Kontaktierung des Leistungsbauelements in Kupferleiterbahnen (*conductor tracks LB*) strukturiert ist. Ferner ist die untere Kupferschicht (*buffer layer DP*) des DCB-Keramiksubstrats über eine Sinterschicht (*connecting layer 3*) mit dem Kühlkörper (*baseplate BP*) verbunden, wie es im Merkmal c) des Anspruchs 1 angegeben wird (*The power semiconductor component according to the invention comprises, in order, a semiconductor chip CHIP, a connecting layer 1, conductor tracks LB, a ceramic substrate SUB, a connecting layer 2, a buffer layer [...], a further connecting layer 3 and a metallic baseplate. [...] The conductor tracks LB, which consist [...] of copper, are typically applied to the ceramic substrate SUB, [...] so-called DCB substrates (direct copper bonding substrates) [...] The baseplate BP consists [...] of copper. The connecting layers 2 and 3 and [...] the connecting layer 1, too, consist of sintered silver powder. [...] For example, copper*

[...] can also be used as the material for the buffer layer / Sp. 1, Zeile 66 bis Sp. 2, Zeile 24 i. V. m. der einzigen Figur).

Aus der Druckschrift D1 ist es jedoch nicht bekannt, die Oberseite des Leistungsbaulements über eine Sinterschicht mit mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität aus Molybdän zu verbinden, die eine Dicke von jeweils 2 mm bis 3 mm aufweist, wie es das Merkmal d) des geltenden Anspruchs 1 nach Hauptantrag lehrt. Das Leistungsmodul nach dem geltenden Anspruch 1 ist damit gegenüber dem Stand der Technik gemäß der Druckschrift D1 neu.

In gleicher Weise gilt dies auch gegenüber dem Stand der Technik gemäß den übrigen Druckschriften D2 bis D7. Darüber hinaus geben diese Druckschriften dem Fachmann auch keine Anregung zu der im Merkmal d) gegebenen Lehre.

Die Druckschrift D7 offenbart ein elektronisches Leistungsmodul, bei dem ein scheibenförmiges Leistungsbaulement (*scheibenförmiger Halbleiterkörper bzw. Leistungshalbleiterbauelement 1*) zwischen zwei Substratscheiben aus Molybdän (*Substratscheiben 4, 5*) angeordnet ist, die durch eine Sinterverbindung (*Drucksintern von Silberpulver*) mit der jeweils angrenzenden Fläche des scheibenförmigen Bauelements verbunden sind (*In Figur 1 ist eine großflächige Halbleiterdiode mit einem scheibenförmigen Halbleiterkörper 1 [...] dargestellt. [...] Der Halbleiterkörper 1 ist an seiner kathodenseitigen Hauptfläche 3 mit einer Substratscheibe 4 verbunden, die beispielsweise aus Molybdän besteht. Weiterhin ist eine vorzugsweise ebenfalls aus Molybdän bestehende Substratscheibe 5 an seiner anodenseitigen Hauptfläche 6 angefügt. Die Verbindung der Teile 1, 4 und 5 erfolgt vorzugsweise nach einem an sich bekannten, als Drucksintern bezeichneten Verfahren der Niedertemperaturverbindungstechnik / Sp. 2, Zeilen 1 bis 18*).

Die Kühlung des derart aufgebauten Leistungsmoduls erfolgt mittels eines Kühlkörpers, der ebenfalls über eine Sinterverbindung mit der unteren Substratscheibe verbunden ist, vgl. Sp. 5, Zeilen 39 bis 49 i. V. m. Fig. 5. Alternativ hierzu

kann das Modul auch in eine siedegekühlte Anlage eingesetzt werden. Hierzu wird das Modul in einem mit einem Kühlmittel gefüllten Behälter angeordnet, so dass es ringsum vom Kühlmittel umgeben ist. Die vom Leistungsbaulement abgegebene Wärme führt dazu, dass das Kühlmittel verdampft und damit die Wärme vom Modul abführt, vgl. Sp. 4, Zeile 51 bis Sp. 5, Zeile 34 i. V. m. Fig. 4.

Das in der Druckschrift D7 offenbarte Leistungsmodul zeichnet sich insbesondere durch eine wesentliche Verbesserung der thermischen und der elektrischen Eigenschaften aus. Wie hierzu in der Druckschrift D7 ausgeführt wird, führen die materialschlüssigen Sinterverbindungen zwischen den vom Laststrom durchflossenen Verbindungsflächen der Bauteile des Leistungsmoduls zu einer wesentlichen Verringerung des thermischen und des elektrischen Widerstands, wobei durch die Wahl von Molybdän als Material für die Substratscheiben gewährleistet ist, dass bei Temperaturänderungen keine mechanischen Spannungen zwischen der Halbleiterscheibe und den Substratscheiben auftreten, vgl. insbesondere Sp. 6, Zeilen 52 bis 57 i. V. m. Sp. 1, Zeilen 4 bis 27 sowie Sp. 4, Zeilen 13 bis 25.

Der Fachmann entnimmt der Druckschrift D7 jedoch keinen Hinweis darauf, dass es im Hinblick auf die thermischen Eigenschaften des Leistungsmoduls über die oben genannte Lehre hinausgehend auf die Wärmekapazität auf der Oberseite des Leistungsbaulements ankommt. Die Wärmekapazität der beiden Molybdänscheiben wird dort überhaupt nicht angesprochen, vielmehr wird - wie oben dargelegt - lediglich angegeben, dass die beiden Substratscheiben aus Molybdän als Kontaktelemente dienen, die das Entstehen mechanischer Spannungen verhindern. Darüber hinaus besteht bei der in der Druckschrift D7 offenbarten symmetrischen Anordnung der Molybdänscheiben über und unter der Halbleiterscheibe auch überhaupt kein Anlass, Überlegungen über die Wärmekapazität speziell der oberen dieser Molybdänscheiben anzustellen.

Damit kann diese Druckschrift dem Fachmann keine Anregung dazu vermitteln, bei dem Leistungsmodul nach der Druckschrift D1 auf der Oberseite des auf dem

DCB-Substrat angeordneten Leistungsbauelements eine zusätzliche Wärmekapazität anzuordnen und diese durch die Wahl der im Merkmal d) des geltenden Anspruchs 1 nach Hauptantrag angegebenen Dicke im Hinblick auf ihre wärmeempfindenden Eigenschaften zu optimieren.

Auch eine Zusammenschau der Druckschriften D1 und D7 führt damit nicht zu dem Leistungsmodul nach dem geltenden Anspruch 1 nach Hauptantrag.

Gleiches gilt auch für eine Zusammenschau mit der Druckschrift D2.

Bei dem elektronischen Leistungsmodul (*power module* / Sp. 4, Zeile 36) nach der Druckschrift D2 wird die im Halbleiterbauelement (*semiconductor chip 25*) entstehende Wärme über einen auf der Oberseite des Bauelements aufgelöteten oder angeschweißten wärmeleitfähigen Metalstreifen aus Kupfer oder Aluminium zunächst seitlich und dann in das Substrat des Moduls abgeleitet (*[...] heat conductive elements 26 are connected from each associated heat sink area on Al layer 12 [...] to the upper surface of each semiconductor chip 25. In this embodiment, heat conductive elements 26 are metal straps, formed of copper, aluminum or the like which is a good heat and a good electrical conductor. Heat conductive elements 26 are connected to semiconductor chips 25 [...] by any convenient means, such as soldering, welding or the like. [...] heat is readily passed from each semiconductor chip 25 and conductive element 26 to Al layer 12 and then to substrate 10 / Fig. 5 und Sp. 3, Zeile 62 bis Sp. 4, Zeile 9*).

Abgesehen davon, dass diese Druckschrift keinerlei Anregung für eine Wärmekapazität aus Molybdän mit einer Dicke zwischen 2 mm und 3 mm gibt, kommt es bei der Anordnung nach der Druckschrift D2 auf eine möglichst gute Wärmeableitung zur Seite und nicht auf das Zwischenpuffern von Wärme mit Hilfe einer Wärmekapazität auf der Oberseite des Leistungsbauelements an, so dass auch diese Druckschrift keine Anregung zum Vorsehen einer Wärmekapazität gemäß der im Merkmal d) des geltenden Anspruchs 1 angegebenen Ausbildung geben kann.

Die übrigen Druckschriften liegen weiter ab und wurden von der Prüfungsstelle lediglich im Hinblick auf die Unteransprüche genannt. Die Druckschriften D3 und D4 offenbaren dementsprechend Einzelheiten des Drucksinterverfahrens zum Verbinden eines elektronischen Bauelements mit einem Substrat, die Druckschrift D5 offenbart die Anordnung eines Leistungsbaulements auf einem DCB-Substrat und die Druckschrift D6 offenbart einen Leistungshalbleiter aus Siliziumkarbid-Material. Keine dieser Schriften kann das Vorsehen einer Wärmekapazität gemäß der Lehre des Merkmals d) des geltenden Anspruchs 1 nach Hauptantrag nahelegen.

Das elektronische Leistungsmodul nach dem Anspruch 1 nach Hauptantrag ist damit patentfähig.

3. An den Anspruch 1 können sich die Unteransprüche 2 bis 8 anschließen, die vorteilhafte Weiterbildungen des Leistungsmoduls nach Anspruch 1 angeben.

4. Die Beschreibung erfüllt die an sie zu stellenden Anforderungen, weil darin der Stand der Technik angegeben ist, von dem die Erfindung ausgeht und die Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele hinreichend erläutert ist.

Auch die übrigen Unterlagen erfüllen die Voraussetzungen für eine Patenterteilung.

5. Bei dieser Sachlage war der Beschluss der Prüfungsstelle aufzuheben und das Patent gemäß Hauptantrag zu erteilen. Der Hilfsantrag kam somit nicht zum Tragen.

Dr. Tauchert

Lokys

Dr. Hock

Brandt

Pr