



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 034 012 A1** 2006.11.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 034 012.1**

(22) Anmeldetag: **18.07.2005**

(43) Offenlegungstag: **09.11.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 25/07** (2006.01)
H01L 23/488 (2006.01)

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
Schweiger & Partner, 80333 München

(72) Erfinder:
Otremba, Ralf, Dipl.-Ing. Dipl.-Phys. (FH), 87600 Kaufbeuren, DE; Lenz, Michael, Dipl.-Ing., 85604 Zorneding, DE; Kartal, Veli, Dr.-Ing., 81371 München, DE

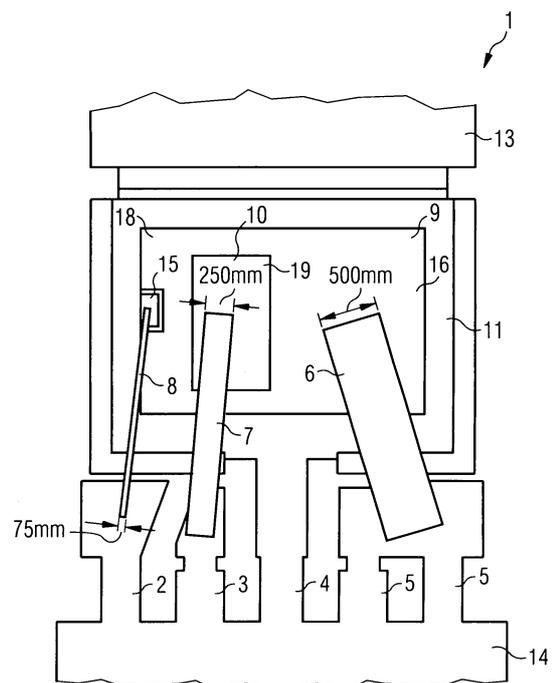
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
WO 99/04 433 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleiterbauteil, insbesondere für das Treiben induktionsarmer Lasten, und Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleiterbauteil (1), das ein Gehäuse, einen ersten Chip (9) und einen zweiten Chip (10) aufweist. Der erste Chip (9) ist als ein Leistungs-MOSFET (18) mit den Anschlüssen Source, Drain und Gate ausgebildet. Der zweite Chip (10) ist als Diode (19) mit den Anschlüssen Anode und Kathode ausgebildet. Der erste Chip (9) und der zweite Chip (10) liegen übereinander in dem Gehäuse. Genau ein Anschluss der Diode ist mit genau einem der Anschlüsse Source und Drain elektrisch verbunden. Diese sich gegenüberliegenden Anschlüsse der Diode und des Leistungs-MOSFETs sind mittels einer Lötverbindung oder einer Klebeverbindung miteinander verbunden.



Beschreibung

[0001] Leistungshalbleiterbauteil, insbesondere für das Treiben induktionsarmer Lasten, und Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils

[0002] Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleiterbauteil und ein Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauteils.

[0003] Leistungshalbleiterbauteile werden in einer Vielzahl von Anwendungen, zum Beispiel in DC/DC-Wandlern und synchronen Wandlern verwendet. Leistungshalbleiterbauteile, die einen Leistungs-MOSFET enthalten, können auch als High-Side-Switch oder Low-Side-Switch so eingebracht werden, dass sie mit ihrer Source an einer Stromversorgung bzw. Masse und mit ihrem Drainanschluss an eine zu treibende Last angeschlossen werden.

[0004] Wenn die Last induktivitätsbehaftet ist, wird während des Abschaltens Verlustleistung innerhalb des Leistungs-MOSFETs aufgenommen und über thermische Verbindungen an die Umgebung abgegeben. Besonders beim Wechsel vom Durchlassbetrieb in den Sperrzustand, was auch als Abkommutieren bezeichnet wird, wird zusätzliche Energie aus einer Spannungsversorgung, wie der Batterie in einem Auto, entnommen und im Leistungs-MOSFET verbraucht.

Stand der Technik

[0005] Bekannt ist aus der US 6,144,093 die zusätzliche Verwendung von Dioden, die in einem gemeinsamen Gehäuse neben dem Leistungs-MOSFET untergebracht sind. Eine Diode kann dabei so geschaltet werden, dass sie beim Entladen elektrische Energie aufnimmt, die somit nicht in dem Leistungs-MOSFET verbraucht wird. Durch das Vorsehen der Diode wird allerdings der Platz für den Leistungs-MOSFET begrenzt, sodass nur Leistungs-MOSFETs mit kleinen Abmessungen und somit schlechter elektrischer Leistungscharakteristik verwendet werden können. Eine schlechte elektrische Leistungscharakteristik hat ein Leistungs-MOSFET bspw., falls er einen hohen Einschaltwiderstand R_{ON} hat.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Leistungshalbleiterbauteil mit einem Leistungs-MOSFET anzugeben, das eine gute Leistungscharakteristik hat und das so geschaltet werden kann, dass wenig Verlustleistung im Leistungs-MOSFET verbraucht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen

Unteransprüchen.

[0008] Es wird ein Leistungshalbleiterbauteil mit einem ersten Chip und einem zweiten Chip bereitgestellt. Der erste Chip ist als Leistungs-MOSFET mit den Anschlüssen Source, Gate und Drain ausgebildet. Der zweite Chip bildet eine Diode mit den Anschlüssen Anode und Kathode. Die Diode kann bspw. eine Schottky-Diode sein. Der erste und der zweite Chip befinden sich in einem Gehäuse, in dem sie übereinander liegend angeordnet sind. Dabei ist genau ein Anschluss der Diode mit genau einem der Anschlüsse Source und Drain elektrisch verbunden. Im Gegensatz zu einer Freilaufdiode ist der andere Anschluss der Diode mit keinem der Anschlüsse Source und Drain verbunden. Der Anschluss zwischen der Diode und dem Leistungs-MOSFET erfolgt über eine Lötverbindung oder eine leitende Klebeverbindung zwischen den sich gegenüberliegenden Anschlüssen der Diode und des Leistungs-MOSFETs.

[0009] Dadurch, dass die Diode überhalb des Leistungs-MOSFETs angeordnet ist, kann ein großer Leistungs-MOSFET in das Gehäuse eingesetzt werden. Ein solcher kann mit einem geringen Durchlasswiderstand R_{ON} realisiert werden. Die Lötverbindung oder Klebeverbindung zwischen der Diode und dem Leistungs-MOSFET sorgt für einen geringen Widerstand im Vergleich zu herkömmlichen Bauteilen, bei denen diese Anschlüsse über Bonddrähte verbunden sind. Bei einem Bonddraht leistet nicht nur der Bonddraht selber einen Beitrag zum Widerstand. Auch die Verbindungsstellen zwischen dem Bonddraht und den mit dem Bonddraht verbundenen Metallflächen erhöhen den Widerstand. Dieser ist besonders kritisch bei Leistungshalbleiterbauteilen, durch die große Ströme fließen, die zu Spannungsabfällen über den Bonddrähten führen.

[0010] Bevorzugt wird die Verbindung zwischen dem Diodenanschluss und einem Anschluss des Leistungs-MOSFETs über eine Lötverbindung realisiert. Eine solche hat üblicherweise einen wesentlich geringeren Widerstand als eine Klebeverbindung.

[0011] Die gezeigte Serienschaltung eines Leistungs-MOSFETs und einer Diode erlaubt eine Verschaltung, bei der die Last parallel zur Diode geschaltet wird. Beim Ausschalten von induktiven Lasten übernimmt die Diode die Entladung des Verbrauchers. Dadurch braucht die beim Ausschalten in der Last verbliebene induktive Energie nicht im Leistungs-MOSFET aufgenommen und über thermische Verbindungen an die Umgebung abgegeben zu werden.

[0012] Falls es sich bei der Lötverbindung um eine Weichlötverbindung handelt, werden beim Herstellen des Leistungshalbleiterbauteils nur relativ geringe Temperaturen benötigt, die das Bauteil nicht zerstö-

ren können.

[0013] Werden die sich gegenüberliegenden Anschlüsse der Leistungs-MOSFET und der Diode mittels einer Diffusionslötverbindung miteinander verbunden, verringert sich der Abstand zwischen der Diode und des Leistungs-MOSFETs auf wenige Mikrometer, was den Widerstand der Lötverbindung weiter verringert. In einer Ausführungsform der Erfindung ist der Leistungs-MOSFET ein n-Kanal-MOSFET, die Diode hat als Kathode ein n-Substrat und die Kathode ist mit dem Sourceanschluss verbunden. Ein solches Leistungshalbleiterbauteil kann als High-Side-Schalter verwendet werden. Dabei ist bspw. in Kraftfahrzeugen der Schalter an dem Batteriepluspol und die Last am Massepunkt angeschlossen.

[0014] Bei einem Leistungshalbleiterbauteil, dessen Leistungs-MOSFET ein p-Kanal-MOSFET ist und dessen Diode eine Anode mit einem p-Substrat aufweist, wird in einer weiteren Ausführungsform der Sourceanschluss des Leistungs-MOSFETs an die Anode der Diode angeschlossen. Dieses Leistungshalbleiterbauteil kann als Low-Side-Schalter mit seinem Sourceanschluss an die Masse und mit seinem Drainanschluss an die Last angeschlossen werden.

[0015] Durch Vorsehen von Bonddrähten für die Anschlüsse des Gates, der Anode und der Source an Flachleitern können diese Anschlüsse mit bestehender Produktionsausrüstung hergestellt werden.

[0016] Zwischen die Diode und den Leistungs-MOSFET kann auch eine Metallplatte eingebracht sein, mit der die Diode und der Leistungs-MOSFET jeweils verlötet bzw. verklebt sind. Diese Metallplatte dient als Verbindung mit einem oder mehreren Außenanschlüssen des Leistungshalbleiterbauteils. Eine solche Metallplatte kann mit einem geringeren Widerstand als ein Bonddraht ausgeführt werden. Außerdem verringert sich der Widerstand an den Oberflächen der Diode und des Leistungs-MOSFETs, da die Löt- bzw. Klebeverbindung großflächig realisiert werden kann.

[0017] Vorzugsweise wird als Material der Metallplatten Kupfer verwendet, da Kupfer einen relativ geringen elektrischen Widerstand aufweist.

[0018] Das erfindungsgemäße Leistungshalbleiterbauteil kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Gehäusetypen haben, zeigt aber besonders seine Vorteile bei einem TO-252-Gehäuse. Ein TO-252 ist ein Gehäusotyp von besonders geringen Abmaßen. Deshalb ist es hier besonders wichtig, ein möglichst leistungsfähiges und einen somit möglichst großen Leistungs-MOSFET in diesem Gehäuse unterzubringen.

[0019] Beleuchtungsschalter treiben eine vornehm-

lich ohm'sche und kapazitive Last. Eine solche Last wird auch als induktivitätsarm bezeichnet. Die zu schaltende Induktivität liegt im Bereich von 1 μH bis zu Werten, die kleiner als 10 μH sind. Sie steht im Gegensatz zu Aktuatorsteuerungen von Motoren und Ventilen, deren Last eine große Induktivität im Bereich von mH hat. Die Induktivität der Motoren und Ventile ist also zwei bis drei Größenordnungen größer als die Induktivität für einen Beleuchtungsschalter. Für Beleuchtungsschalter können spezielle Schalter entwickelt werden, bei denen das Leistungshalbleiterbauteil, das einen Leistungs-MOSFET und eine Diode aufweist, klein sein darf, da die Diode sehr wenig Energie abkommutieren muss. Eine solche Diode kann auch in kleine Gehäuse vorteilhaft über den Leistungs-MOSFET eingebaut werden.

[0020] Vorzugsweise wird für den Diodenanschluss, der dem Leistungs-MOSFET abgewandt ist, ein Bonddraht verwendet, der dünn gegenüber dem Bonddraht für den Leistungs-MOSFET-Anschluss ist. Ein solcher Bonddraht benötigt wenig Platz und kann kostengünstig montiert werden.

[0021] Bei Schaltern für Heizelemente wirkt sich das Vorsehen eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauteils besonders Kosten sparend aus. Heizelemente bilden eine vornehmlich Ohmsche und kapazitive Last. Die Diode des Leistungshalbleiterbauteils kann klein dimensioniert und in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem Leistungs-MOSFET integriert werden.

[0022] Vorzugsweise enthält eine elektrische Schaltung ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleiterbauteil, das in einem niederfrequenten Ein-Aus-Betrieb angesteuert wird, wobei die Frequenzen unter 1 kHz liegen. Bei induktionsarmen Applikationen muss der Strom nicht sehr schnell auf Null fallen, weil keine hochfrequenten Pulsweitensteuerungen eingesetzt werden, sondern der Mittelwert des Stroms durch den niederfrequenten Ein-Aus-Betrieb eingestellt wird. Anders ist das bei Anwendungen für Aktuatoren, denn dort stellt die Last eine große Induktivität dar und mit hochfrequentem pulsweiten modulierten Betrieb kann der Strom geglättet werden.

[0023] Die Erfindung betrifft auch eine elektronische Schaltung, die ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleiterbauteil und zwei Hochstromkontakte aufweist. Ein Hochstromkontakt ist über den Anschluss, der dem Leistungs-MOSFET abgewandt ist, mit der Diode verbunden. Der andere Hochstromkontakt ist mit demjenigen Anschluss des Leistungs-MOSFETs verbunden, der der Diode zugewandt ist. Eine solche elektronische Schaltung ist bspw. eine ECU (Electronic Control-Unit), die eine Last, bspw. in einem Kraftfahrzeug, betreibt. Eine ECU enthält bspw. ein Leistungshalbleiterbauteil, Steuerelektronik, Sensoren, Aktoren, Schalter und eine CAN-Schnittstelle und ist

lokal, beispielsweise an einem elektrisch verstellbaren Außenspiegel in einem Kraftfahrzeug, eingebaut.

[0024] Die Last wird an ihren beiden Enden von ECU kontaktiert, bspw. wird bei einem High-Side-Schalter, auch der Groundanschluss der Last an der Anode der Diode angeschlossen. Da diese Verbindung jedoch nur für den Freilauf benötigt wird, kann sie relativ hochohmig ausgeführt werden. Dies bedeutet, dass der Querschnitt des Hochstromkontakts klein ausgeführt wird, was den Preis für den Hochstromkontakt erniedrigt. Diese Verbindung sollte aber parallel zu der Standard-Logik-Analog-Masse und mindestens einmal für alle Schalter, bspw. High-Side-Schalter, vorgesehen werden. Der Massestrom für die Standard-Logik, d. h. die Ansteuerung der ECU, fließt somit nicht über den zusätzlichen Hochstromkontakt für die Diode, sondern über die Standard-Logik-Analog-Masse.

[0025] Zu beachten ist allerdings, dass der Hochstromkontakt, der an der ECU an Masse angeschlossen ist, eventuell über einen Widerstand an den allgemeinen Masseanschluss eines übergeordneten Systems angeschlossen ist. Dies ist bspw. beim Kraftfahrzeug der Fall, wenn die ECU an einer Seitentür angebracht ist und der allgemeine Masseanschluss sich unter einem Kotflügel befindet.

[0026] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Leistungshalbleiterbauteil so gesteuert, dass es beim Abschalten so schnell ausgeschaltet wird, dass der Großteil der in der Last verbliebenen induktiven Energie in der Diode verbraucht wird. Kommt es bspw. zu einem Kurzschluss in der Last, muss der Leistungs-MOSFET abgeschaltet werden. Allerdings muss bei herkömmlichen Leistungshalbleiterbauteilen der Leistungs-MOSFET noch so lange betrieben werden, bis die induktive Energie, die in der Last verblieben ist, abgebaut ist. Dabei befindet sich der Leistungs-MOSFET in einem gefährlichen Hochlast-Bereich. Es liegt eine hohe Spannung an und gleichzeitig fließt ein hoher Strom.

[0027] SOA (Safe Operation Area)- Bereiche bezeichnen diejenigen Strom-Spannungskombinationen, in denen ein Leistungs-MOSFET noch sicher arbeitet. Es muss sichergestellt werden, dass auch beim Abschalten der Transistor sich innerhalb des SOA befindet. Deshalb wird bei vielen herkömmlichen Leistungs-MOSFETs die Energieverträglichkeit erhöht und somit der SOA-Bereich vergrößert. Dagegen wird beim erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauteil durch ein schnelles Abschalten des Schalttransistors der Betrieb in einem Hochlastbereich vermieden. Der Leistungs-MOSFET kann bezüglich des Einschaltwiderstands R_{ON} optimiert werden. Diese Bauelemente sind technologisch deutlich einfacher herzustellen. Ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleiterbauteil ist in der Summe deutlich preiswerter als

ein Chip mit einem großen SOA-Bereich, auch High-SOA-Chip genannt.

[0028] Durch einen geeigneten Treiber wird der Leistungs-MOSFET beim Ein- und Ausschaltvorgang genügend schnell innerhalb einiger Mikrosekunden durch den Hochlastbereich, auch Hochleistungszone genannt, gebracht. Dadurch wird das Einschnüren des Stromes, das sogenannte "Current-Crowding", das zur Zerstörung durch Überlastung führt, verhindert.

[0029] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Leistungshalbleiterbauteils. Dabei wird zunächst ein erster Chip bereitgestellt, der als Leistungs-MOSFET ausgebildet ist. Ein zweiter Chip, der als Diode ausgebildet ist, wird darauf aufgebracht und mittels einer Lötverbindung wird die Vorderseite des ersten Chips mit der Rückseite des zweiten Chips verbunden. Anschließend werden die Anschlüsse des ersten Chips und des zweiten Chips mit Flachleiterraum verbunden. Schließlich werden der erste und der zweite Chip mit einer Moldmasse umgossen.

[0030] Vorzugsweise wird, bevor der zweite auf dem ersten Chip montiert wird, der erste Chip auf einem Chipträger aufgebracht. Dieser Chipträger ist in der Regel ein Kühlkörper, der nach der Fertigstellung des Bauteils aus der Moldmasse herausragt.

[0031] Falls das Herstellen der Lötverbindung zwischen der Vorderseite des ersten Chips und der Rückseite des zweiten Chips, sowie die Verbindung des ersten Chips auf dem Chipträger durch Diffusionslötungen erfolgt, werden sehr geringe Abstände und somit geringe elektrische und thermische Widerstände zwischen den einzelnen Bauelementen erreicht. Für die beiden Diffusionslötprozesse kann die gleiche Ausrüstung, auch Equipment genannt, verwendet werden, was die Prozesskosten verringert.

Ausführungsbeispiel

[0032] Die Erfindung ist in den Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht.

[0033] In den Zeichnungen zeigt

[0034] [Fig. 1](#) ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleiterbauteil;

[0035] [Fig. 2](#) die Stromleitfähigkeit von Bonddrähten eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauteils;

[0036] [Fig. 3](#) die Dimensionierungen eines TO-252-Gehäuses, mit dem ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleiterbauteil realisiert werden kann.

[0037] [Fig. 1](#) zeigt ein Leistungshalbleiterbauteil in der Draufsicht. Das Leistungshalbleiterbauteil **1** ist mit einem Flachleiterrahmen **14** verbunden. Dieser Flachleiterrahmen **14** weist einen Flachleiteranschluss für das Gate **2**, einen Flachleiteranschluss für die Anode **3**, einen Flachleiteranschluss für die Source **4** und einen Flachleiteranschluss für die Drain **5** auf. In der gezeigten Figur sind die Flachleiteranschlüsse **2**, **3**, **4** und **5** noch miteinander verbunden. Nach dem Produktionsprozess sind diese allerdings voneinander getrennt, sodass sie von außen einzeln angesteuert werden können.

[0038] Der Flachleiteranschluss für die Source **4** enthält einen flächig ausgebildeten Hauptpadkörper **11**, auf dem der erste Chip **9** angebracht ist. Oberhalb des ersten Chips **9** ist der zweite Chip **10** aufgelötet. Unterhalb des Hauptpadkörpers **11** ist ein Kühlkörper **13** angebracht, der der Wärmeabfuhr dient. Der erste Chip **9** ist als Leistungs-MOSFET **18** mit den Anschlüssen Gateanschluss **15**, Drainanschluss **16** und Sourceanschluss ausgebildet. Die Unterseite des ersten Chips **9** bildet den Sourceanschluss. Auf der Leistungs-MOSFET-Oberseite befindet sich der Drainanschluss **16** des Leistungs-MOSFETs **18**. Auf der Oberseite ist zudem ein Gateanschluss **15**, der von dem Drainanschluss **16** elektrisch isoliert ist, angebracht.

[0039] Der zweite Chip **10** mit einer Diode **19** ist so auf dem ersten Chip **9** gelötet, dass seine Kathode unten und seine Anode oben liegt. Der Bonddraht **6** verbindet den Drainanschluss **16** mit dem Flachleiteranschluss für das Gate **5**. Der Bonddraht **7** schließt die Anode der Diode **19** an den Flachleiteranschluss für die Anode **2** an und die Verbindung zwischen dem Gateanschluss **15** und dem Flachleiteranschluss für das Gate **2** erfolgt über den Bonddraht **8**.

[0040] Im gezeigten Beispiel ist der Bonddraht **6** 500 μm , der Bonddraht **7** 250 μm und der Bonddraht **8** 75 μm breit. Die Breite der Bonddrähte **6**, **7** und **8** spiegelt die Belastung für die einzelnen Bonddrähte wieder.

[0041] Das Leistungshalbleiterbauteil **1** wird nach seiner Produktion als High-Side-Schalter verwendet. Dabei wird der Flachleiteranschluss für die Source an das hohe Spannungsversorgungspotential, bspw. 12 V, angeschlossen. Die Last wird mit einem Ende an den Flachleiteranschluss für die Drain **5** angeschlossen und der Flachleiteranschluss für das Gate **2** wird von einer Steuerung betrieben. Die Last wird an dem Ende, mit dem es an Masse, d. h. an das niedrige Versorgungspotential der Batterie, angeschlossen ist, zusätzlich noch an den Flachleiteranschluss für die Anode **3** verbunden.

[0042] Bei eingeschaltetem Leistungs-MOSFET **18** fließt Strom von dem hohen Versorgungspotential

über den Flachleiteranschluss für die Source **4** durch den Leistungs-MOSFET **18**, den Bonddraht **6**, den Flachleiteranschluss für die Drain **5** und die Last zu dem niedrigen Versorgungspotential Masse. Da der Laststrom auch durch den Bonddraht **6** fließt, ist dieser 500 μm breit.

[0043] Beim Wechsel vom Durchlassbetrieb in den Sperrbetrieb wird durch Anlegen eines entsprechenden Potentials an dem Flachleiteranschluss für das Gate **2** der Leistungs-MOSFET **18** innerhalb weniger μs abgeschaltet. Die in der Last verbliebene Induktivität wird in der Diode **19** abgeführt. Da bei induktivitätsarmen Lasten nur ein relativ geringer Strom abgeführt werden muss, ist der Bonddraht **7** kleiner als der Bonddraht **6** ausgeführt. Der Bonddraht **8** braucht nur den für die Entladung der Gatekapazität notwendigen Strom zu transportieren und ist aus diesem Grund lediglich 75 μm breit.

[0044] Mittels eines Simulationsprogramms kann der Widerstand des Leistungshalbleiterbauteils für den Laststrom berechnet werden. Beispielsweise wird ein TO-252-Gehäuse gewählt und der Bonddraht für den Sourceanschluss **16** mit 500 μm wie [Fig. 1](#) dimensioniert. Die Bonddrähte sind Single-Stitch-Bonddrähte, d.h. es gibt eine einfache Kontaktierung der Bonddrähte mit den darunter liegenden Metallflächen.

[0045] Für die Berechnung wird eine Chipbreite von 3,8 mm, eine Gesamtchiplänge von 2,6 mm und eine aktive Fläche von 8,5 mm² angenommen. $R_{\text{ON}} \cdot A$ des Leistungs-MOSFETs ist 10 m Ω ·mm², wobei A die Fläche des Leistungs-MOSFETs bezeichnet. Der spezifische Widerstand der Metallisierung ist 2,8·10⁻⁸ Ω ·m und die Dicke der Metallisierung 20 μm . Als Widerstände werden bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C für den Flachleiteranschluss für die Source 0,28 m Ω , für den Bonddraht 0,51 m Ω , für die Metallisierung 0,176 m Ω und für den Leistungs-MOSFET 1,176 m Ω berechnet. Der Gesamtwiderstand beträgt somit 2,143 m Ω . Um aus den berechneten Widerständen die geeignete Breite für den Bonddraht **6** zu bestimmen, wurde für verschiedene Konfigurationen von Bonddrähten die Stromtragfähigkeit ermittelt.

[0046] Im Diagramm von [Fig. 2](#) ist für die verschiedenen Konfigurationen der Strom in Ampere über der Pulslänge in Sekunden aufgetragen. Die Pulslänge bezeichnet dabei die Länge eines einzelnen Pulses, und der Strom gibt die Amplitude des Strompulses an. Die Stromtragfähigkeiten sinkt mit zunehmender Pulslänge bis zu einer Pulslänge von ungefähr 0,2 s. Bei Pulslängen oberhalb von 0,2 s bleibt die Stromtragfähigkeit im Wesentlichen stabil.

[0047] Zur Berechnung der Stromleitfähigkeit für die verschiedenen Bonddrahtkonfigurationen wurden Leistungshalbleiterbauteile **1** mit TO-252-Gehäusen

simuliert. Dabei ist die Temperatur am Sourcepin 85 °C, im Leistungs-MOSFET 178 °C und die maximal erlaubte Temperatur ist 220 °C. Für die Länge des Bonddrahts wird bei allen Konfigurationen 4 mm angenommen. In der ersten Konfiguration **20** handelt es sich um 2 parallel verlaufende Bonddrähte, die jeweils 500 µm breit sind. Bei dem Gehäuse handelt es sich um ein fünfpoliges TO-252, wobei es zwei Sourceaußenanschlüsse gibt. Der maximale Strom der ersten Bonddrahtkonfiguration **20** ist bei großen Pulslängen etwa 130 A.

[0048] Bei der Konfiguration **21** handelt es sich um ein TO-252-Gehäuse mit zwei Bonddrähten von jeweils 350 µm Breite. Hier beträgt der maximale Strom 80 A.

[0049] Bei der dritten Konfiguration **22** und bei der vierten Konfiguration **23** handelt es sich jeweils um ein dreipoliges TO-252-Gehäuse. Bei der dritten Konfiguration **22** verlaufen Bonddrähte von jeweils 350 µm Breite parallel. Bei der vierten Konfiguration **23** gibt es einen Bonddraht mit 500 µm Breite. Die dritte Konfiguration **22** und die vierte Konfiguration **23** erlauben jeweils Ströme bis zu 70 A bei großen Pulslängen.

[0050] Die fünfte Konfiguration **24** weist drei parallel verlaufende Bonddrähte von jeweils 250 µm Breite in einem dreipoligen TO-252-Gehäuse auf. Hierbei beträgt der maximale Strom 50 mA.

[0051] Für die sechste Konfiguration **25** und die siebte Konfiguration **26** kann der Strom etwa 36 A groß werden. Es handelt sich dabei um dreipolige Gehäuse mit einem Bonddraht von 350 µm bzw. mit zwei Bonddrähten von jeweils 250 µm Breite.

[0052] In der achten Konfiguration **27** kann ein Strom von bis zu 20 A durch das Leistungshalbleiterbauteil fließen. Bei der achten Konfiguration **27** ist der Bonddraht für das dreipolige Gehäuse 250 µm breit. Bei allen Bonddrahtkonfigurationen handelt es sich um Single-Stitch-Verbindungen, d. h. es gibt jeweils nur eine Verbindungsstelle zwischen Bonddraht und der darunter liegenden Metallfläche.

[0053] Man erkennt, dass für ein dreipoliges Gehäuse die vierte Konfiguration **23** mit einem Bonddraht von 500 µm Breite ausreichend ist. Für das fünfpolige Gehäuse kann die zweite Konfiguration **21** mit Bonddrähten von jeweils 350 µm Breite verwendet werden.

[0054] **Fig. 3** zeigt die Größenverhältnisse eines TO-252-Gehäuses, in dem das erfindungsgemäße Leistungshalbleiterbauteil integriert werden kann. Die Grundfläche beträgt inclusive der Außenanschlüsse 10,6 mm·5,8 mm.

Bezugszeichenliste

1	Leistungshalbleiterbauteil
2	Flachleiteranschluss für das Gate
3	Flachleiteranschluss für die Anode
4	Flachleiteranschluss für die Source
5	Flachleiteranschluss für das Drain
6	Bonddraht
7	Bonddraht
8	Bonddraht
9	erster Chip
10	zweiter Chip
11	Hauptpadkörper
13	Kühlkörper
14	Flachleiterrahmen
15	Gateanschluss
16	Drainanschluss
18	Leistungs-MOSFET
19	Diode
20	erste Konfiguration
21	zweite Konfiguration
22	dritte Konfiguration
23	vierte Konfiguration
24	fünfte Konfiguration
25	sechste Konfiguration
26	siebte Konfiguration
27	achte Konfiguration

Patentansprüche

1. Leistungshalbleiterbauteil mit
 - einem ersten Chip (**9**), der als Leistungs-MOSFET (**18**) mit den Anschlüssen Source, Gate und Drain ausgebildet ist,
 - einem zweiten Chip (**10**), der als Diode (**19**) mit den Anschlüssen Anode und Kathode ausgebildet ist,
 - ein Gehäuse, in dem der erste Chip (**9**) und der zweite Chip (**10**) vorgesehen sind,**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der erste Chip (**9**) und der zweite Chip (**10**) übereinanderliegend in dem Gehäuse angeordnet sind,
 - genau ein Anschluss der Diode (**19**) mit genau einem der Anschlüsse Source und Drain elektrisch verbunden ist,
 wobei die sich gegenüberliegenden Anschlüsse der Diode (**19**) und des Leistungs-MOSFETs (**18**) mittels einer Lötverbindung oder einer Klebeverbindung miteinander verbunden sind.
2. Leistungshalbleiterbauteil nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Chipträger (**13**), auf dem der erste Chip (**9**) angebracht ist, wobei auf dem ersten Chip (**9**) der zweite Chip (**10**) angebracht ist.
3. Leistungshalbleiterbauteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die sich gegenüberliegenden Anschlüsse des Leistungs-MOSFETs (**18**) und der Diode (**19**) mittels einer Weichlötverbindung miteinander verbunden sind.

4. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die sich gegenüberliegenden Anschlüsse des Leistungs-MOSFETs (**18**) und der Diode (**19**) mittels einer Diffusionslötverbindung miteinander verbunden sind.

5. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Leistungs-MOSFET (**18**) ein n-Kanal-MOSFET vorgesehen ist, als Diode eine Diode (**19**), die als Kathode ein n-Substrat aufweist, vorgesehen ist und der Sourceanschluss (**16**) Leistungs-MOSFETs (**18**) und die Kathode der Diode (**19**) elektrisch verbunden sind.

6. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Leistungs-MOSFET (**18**) ein p-Kanal-MOSFET vorgesehen ist, als Diode eine Diode (**19**), die als Anode ein p-Substrat aufweist, vorgesehen ist und der Sourceanschluss (**16**) des Leistungs-MOSFETs (**18**) und die Anode der Diode (**19**) elektrisch verbunden sind.

7. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlüsse des Gates, der Anode und der Source über Bonddrähte (**6**, **7**, **8**) an einen Flachleiterrahmen (**14**) angeschlossen sind.

8. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den sich gegenüberliegenden Anschlüssen der Diode (**19**) und des Leistungs-MOSFETs (**18**) eine Metallplatte angebracht ist, über die ein Außenanschluss des Leistungshalbleiterbauteils (**1**) mit den sich gegenüberliegenden Anschlüssen der Diode (**19**) und des Leistungs-MOSFETs (**18**) verbunden sind.

9. Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch ein TO-252-Gehäuse.

10. Beleuchtungsschalter, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 enthält.

11. Schalter für ein Heizelement, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 enthält.

12. Elektronische Schaltung, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 enthält, das in einem niederfrequenten Ein-Aus-Betrieb mit Frequenzen

unter 1 kHz angesteuert wird.

13. Elektronische Schaltung, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 enthält, und zwei Hochstromkontakte aufweist, wobei ein Hochstromkontakt mit demjenigen Anschluss der Diode, der dem Leistungs-MOSFET abgewandt ist, und der andere Hochstromkontakt mit demjenigen Anschluss des Leistungs-MOSFET, der der Diode zugewandt ist, elektrisch verbunden ist.

14. Elektronische Schaltung, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Leistungshalbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9 enthält, bei dem der Leistungs-MOSFET beim Abschalten so schnell ausgeschaltet wird, dass der Großteil der in einer Last verbliebenen induktiven Energie in der Diode verbraucht wird.

15. Verfahren zum Herstellen eines Leistungshalbleiterbauteils mit den Schritten:
 a) Bereitstellen eines ersten Chips (**9**), der als Leistungs-MOSFET ausgebildet ist,
 b) Aufbringen eines zweiten Chips (**10**), der als Diode (**19**) ausgebildet ist und Herstellen einer Lötverbindung zwischen einer Vorderseite des ersten Chips (**9**) und einer Rückseite des zweiten Chips (**10**),
 c) Verbinden von Anschlüssen des ersten Chips und des zweiten Chips mit einem Flachleiterrahmen über Bonddrähte (**6**, **7**, **8**),
 d) Umgießen des ersten Chips (**9**) und des zweiten Chips (**10**) mit einer Moldmasse.

16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem vor dem Schritt b) der erste Chip (**9**) auf einem Chipträger aufgebracht wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die in Schritt b) hergestellte Lötverbindung eine Diffusionslötverbindung ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

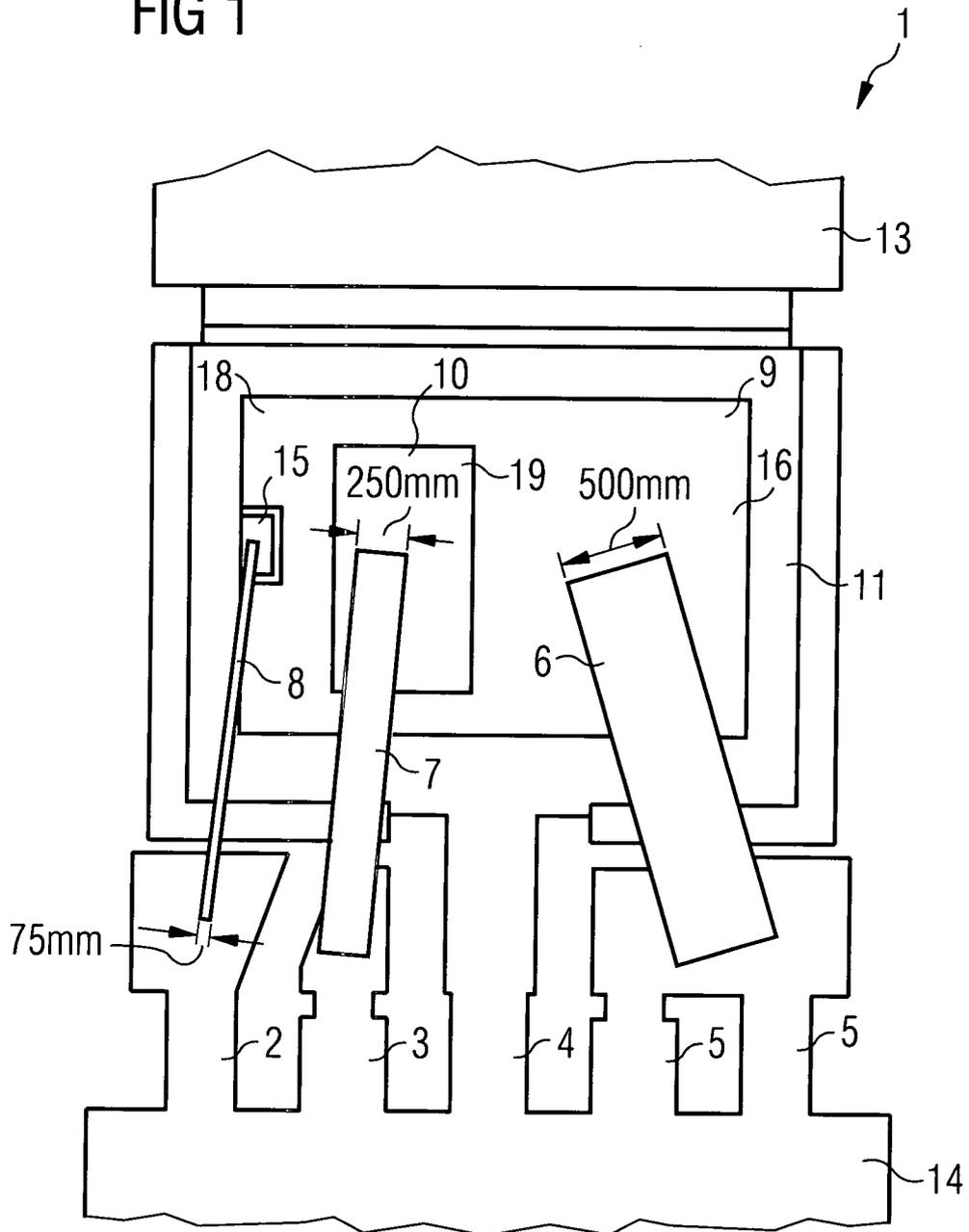


FIG 2

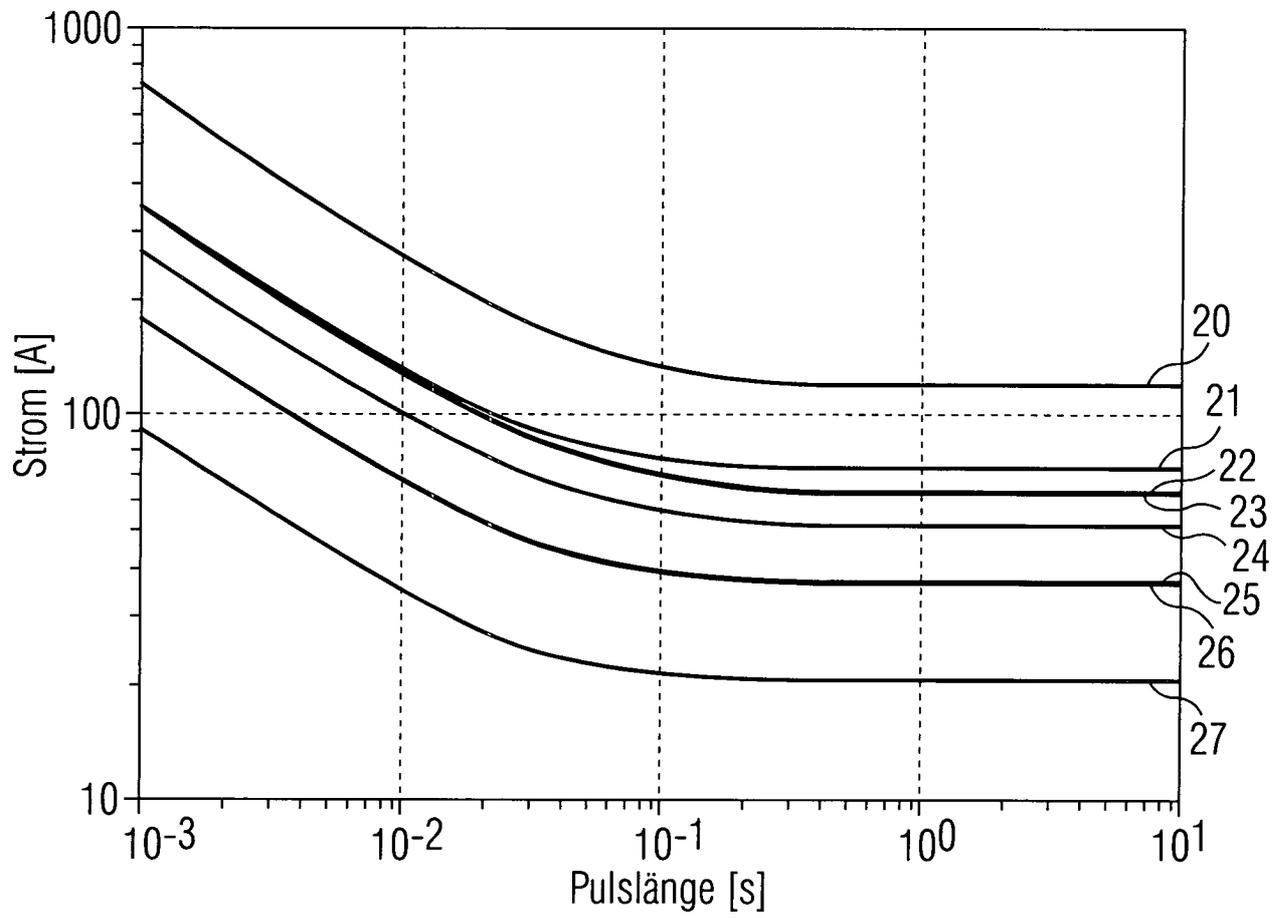
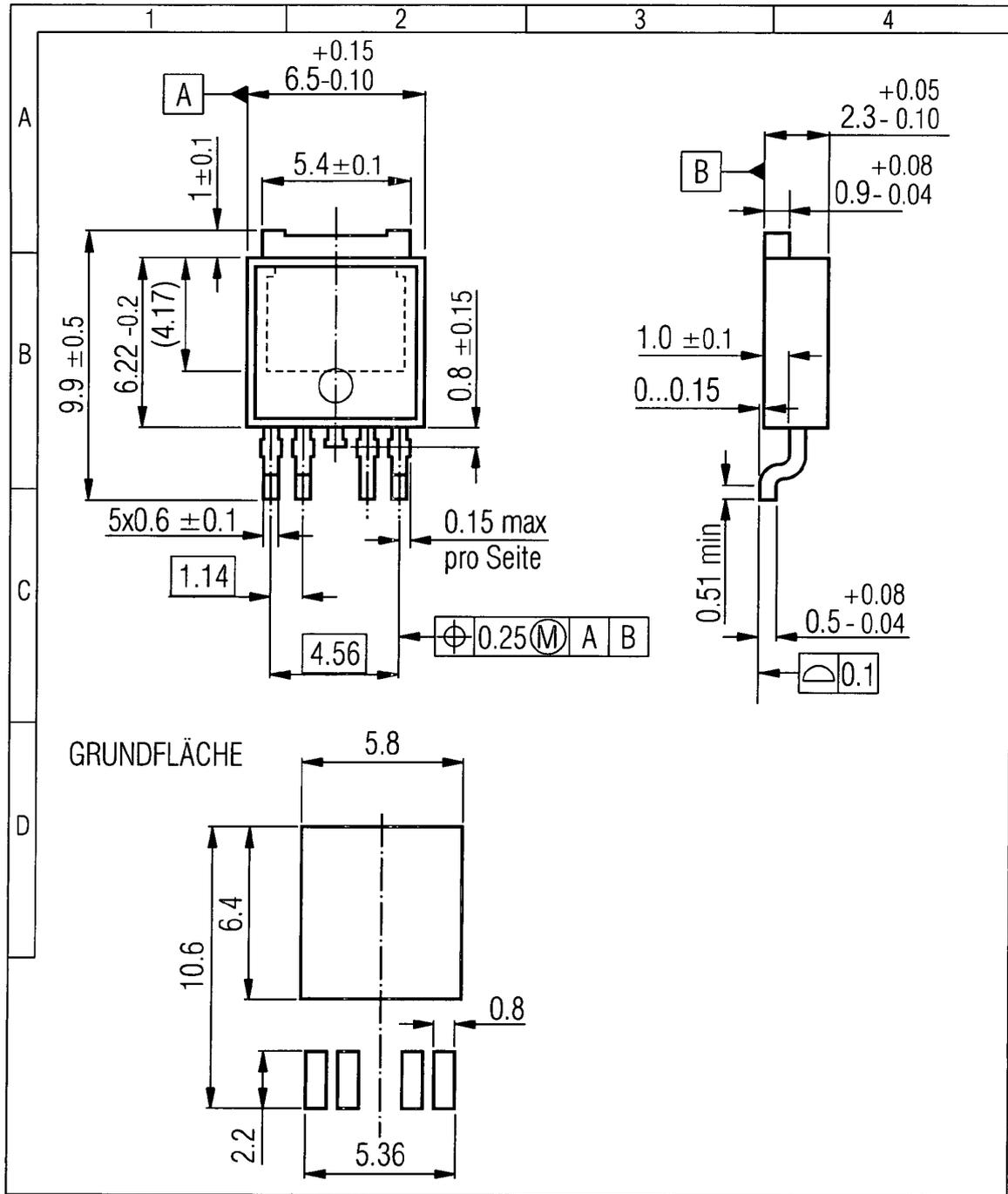


FIG 3



nach ISO 8015 allgemein Toleranzen ±0.05 / 1°30				Maßstab 5:1	
PACKAGE OUTLINE P-T0-252-5-3				Format A4	