



österreichisches
patentamt

(10) **AT 413 171 B 2005-11-15**

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 1872/2002 (51) Int. Cl.⁷: H05K 7/20
(22) Anmeldetag: 2002-12-16
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-04-15
(45) Ausgabetag: 2005-11-15

- (56) Entgegenhaltungen:
EP 0419709A1 US 5050038A
US 5557144A US 6175727B1

- (73) Patentinhaber:
SIEMENS AG ÖSTERREICH
A-1210 WIEN (AT).
(72) Erfinder:
ECKL GERALD DIPL.ING. DR.
SCHLEINBACH, NIEDERÖSTERREICH
(AT).

(54) HALBLEITER-BAUELEMENT MIT EINER KÜHLPLATTE

- (57) Ein Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL), welche zumindest eine metallische Grundsicht (MGS) und darauf, durch eine Isolierschicht (ISS) getrennt, eine metallische Leiterschicht (MLS) besitzt, auf die das Bauelement mittels einer Lötsticht (LOS) aufgebracht ist. Zur Verminderung von Störemissionen ist in der Leiterschicht (MLS) zumindest ein Filterelement ausgebildet, welches mindestens einer der Elektroden (D, S, G) des Bauelements (SWI) zugeordnet ist. So kann für zumindest eine Elektrode (G) des Bauelements (SWI) zwischen einem Anschluss (ASD) auf der Leiterschicht (MLS) und dieser Elektrode (D) in der Leiterschicht eine gedruckte Induktivität (GLD) bzw. ein gedruckter Widerstand (GRG) ausgebildet sein.

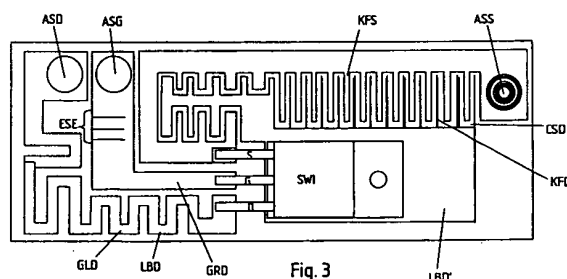


Fig. 3

AT 413 171 B 2005-11-15

DVR 0078018

Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiter-Bauelement mit einer Kühlplatte, wobei die Kühlplatte zumindest eine metallische Grundsicht und darauf, durch eine Isolierschicht getrennt, eine metallische Leiterschicht besitzt, auf welche das Bauelement mittels einer Lötsschicht aufgebracht ist.

5

Zum Abführen der Verlustwärme von Leistungshalbleitern versucht man, diese mit einem Kühlkörper möglichst großer Oberfläche über eine thermisch gut leitfähige und großflächige Kontaktierung zu verbinden. In vielen Fällen kann das Gehäuse eines elektronischen Gerätes, z.B. dessen Rückwand als Kühlkörper oder Teil des Kühlkörpers dienen.

10

Abgesehen von den rein thermischen und vielfältig bekannten Problemen ergeben sich bei hohen Schaltfrequenzen bzw. steilen Impulsflanken Schwierigkeiten, die Störemissionen niedrig zu halten, somit EMV (elektromagnetische Verträglichkeit)-Probleme.

15

Um die EMV-Probleme gering zu halten, versucht man, die Halbleiter-Bauelemente möglichst völlig isoliert in großem Abstand von großen metallischen Flächen, wie den Wänden eines Gerätegehäuses, anzubringen.

20

So wird beispielsweise bei Schaltwandlern oft ein eigenes Kühlen bzw. Kühlblech für den oder die Primärschalter verwendet, der im Inneren des Schaltwandlers von dessen Gehäuse isoliert angeordnet ist. Auch werden Leistungshalbleiter an dem Kühler mit Folie elektrisch isoliert, jedoch thermisch gut leitend angebracht. Hierzu werden eine Anzahl mechanischer Komponenten benötigt und der Montagepreis ist zeitaufwändig und teuer, zumal es meist viel Handarbeit erfordert. Auch kommt es zu starken Streuungen der Prozessparameter, insbesondere des Wärmewiderstands.

25

30

Bei einer bekannten Lösung der eingangs angegebenen Art wird als Kühlplatte ein Verbundmaterial, wie eine kupferkaschierte Aluminiumplatte mit einer Isolierschicht verwendet, wobei die Halbleiter-Bauelemente zur Gewährleistung eines bestmöglichen Wärmeüberganges auf die Kupferschicht aufgelötet werden.

35

Die genannte Bauweise bringt zwar in thermischer Hinsicht Vorteile, verursacht aber durch die konstruktiv bedingte große Kapazität des Leistungshalbleiters zur Umgebung eine starke negative Beeinflussung der elektromagnetischen Verträglichkeit. Vor allem bewirkt die starke kapazitive Kopplung des Halbleiter-Bauelements zur Umgebung ausgeprägte Eigenschwingungen, deren Frequenzen durch Streuinduktivitäten und Koppelkapazitäten bestimmt wird, und die durch jeden Schaltvorgang angeregt werden. Die Energie dieser unerwünschten Schwingungen wird zwar zu einem großen Teil in Wärme umgewandelt, ein Teil wird jedoch abgestrahlt bzw. ausgekoppelt.

40

45

Aus der EP 0 419 709 A1 geht ein Gehäuse für ein Mikrowellen-Bauelement hervor, welches preiswert herstellbar sein soll. Dieses Gehäuse besteht aus Kunststoff und besitzt einen durchgehenden Leitersteg, auf dem das Bauelement, z. B. ein FET, positioniert ist. Zu beiden Seiten dieses Stegs sind weitere Leiterbahnen in einer Geometrie angeordnet, die eine Verminderung der Kontaktierdrähte und der elektrischen Verkopplung der Anschlüsse ermöglichen sollen. Eine Kühlplatte ist ebenso wenig Gegenstand dieses Dokuments, wie Filterstrukturen.

50

Auch die US 5 557 144 A offenbart ein Kunststoffgehäuse für einen Halbleiterchip und für Anwendungen bis 14 GHz, wobei der Chip von komplexer Art, beispielsweise ein Mischer für Anwendungen bis 14 GHz ist. Der Chip wird auf einem Basisplättchen angeordnet, welches Leiterstrukturen zur Verbindung der Chipanschlüsse mit Außenanschlüssen besitzt, wobei die Leiterstrukturen ebene Wellenleiter („microstrips“) beinhalten. Innerhalb des Gehäuses kann das Basisplättchen samt Chip entweder auf einem Kunststoffboden des Gehäuses oder auf einem metallischen Kühlblock angeordnet sein. Filterelemente zur Verhinderung von Störemissionen sind nicht Gegenstand des Dokuments.

55

Die US 5 050 038 A zeigt einen Transistor, der auf einem elektrisch isolierenden Substrat angeordnet und mit einer Wärmesammelplatte verbunden ist. Auf der anderen Seite des Substrats ist eine Metallplatte angeordnet. Eine Kühlung des Transistors erfolgt über seine Wärmesammelplatte durch das Substrat hindurch über die darunter liegende Metallplatte. Filterstrukturen sind hier nicht geoffenbart und auch das Problem von Störemissionen wird nicht angeschnitten.

Gegenstand der US 6 175 727 ist die Ausbildung von LC-Filterstrukturen als gedruckte Schaltung, wobei auch eine transformatorische Kopplung zwischen Spulen möglich ist. Außer dem Hinweis auf die Verwendung als Vorstufen- oder Zwischenfrequenzfilter z. B. in Mobiltelefonen finden sich keine weiteren Anwendungsfälle, welche das Gebiet dieser Erfindung betreffen.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, bei Halbleiter-Bauelementen mit einer gegenständlichen Kühlplatte verbesserte EMV-Bedingungen ohne erheblichen zusätzlichen Aufwand zu schaffen.

Diese Aufgabe wird mit einem Halbleiter-Bauelement mit einer Kühlplatte der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher erfindungsgemäß zur Verminderung von Störemissionen in der Leiterschicht zumindest ein Filterelement ausgebildet ist, welches mindestens einer der Elektroden des Bauelements zugeordnet ist.

Die Erfindung bringt eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich der Störemissionen, ohne dabei die Kühlung des Halbleiters oder elektrische Eigenschaften zu verschlechtern, wobei keine zusätzlichen Bauteile erforderlich sind, da die Erfindung auf der Kühlplatte selbst realisiert ist.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist vorgesehen, dass für zumindest eine Elektrode des Bauelements zwischen einem Anschluss auf der Leiterschicht und dieser Elektrode in der Leiterschicht eine gedruckte Induktivität ausgebildet ist. Eine solche Induktivität kann bereits für sich alleine oder in Verbindung mit den unvermeidlich vorhandenen Kapazitäten zwischen Leiterbahnen bzw. der metallischen Grundsicht ein sehr wirksames Filterelement darstellen.

Vorteilhaft ist es weiters, wenn für zumindest eine Elektrode des Bauelements zwischen einem Anschluss auf der Leiterschicht und dieser Elektrode in der Leiterschicht ein gedruckter Widerstand ausgebildet ist. Auch Widerstände können bewusst als Filterelemente, insbesondere in Kombination mit Kapazitäten oder Induktivitäten eingesetzt werden.

Bei einer weiteren Variante ist vorgesehen, dass in der Leiterbahn zumindest eine Kapazität ausgebildet ist, deren Anschlüsse mit zwei Elektroden des Bauelements in Verbindung stehen. Ein solcher, bewusst ausgebildeter und dimensionierter Kondensator kann durch Leiterbahnen der Leiterschicht und/oder zwischen solchen Leiterbahnen und der metallischen Grundsicht realisiert werden.

Zweckmäßig kann es auch sein, wenn das zumindest eine Filterelement als Kammfilter ausgebildet ist. Solche Kammfilter sind z.B. von Mikrowellen-Streifenleitern bekannt und problemlos auf der Leiterschicht der Kühlplatte herstellbar.

Bei einer vorteilhaften Variante kann vorgesehen sein, dass das zumindest eine Filterelement unter Einbeziehung der Isolierschicht und der metallischen Grundsicht ausgebildet ist. Die ohnedies vorhandene metallische Grundsicht wird dann bewusst bei der Filterdimensionierung berücksichtigt, insbesondere die Kapazität zwischen Grundsicht und Leiterbahn.

Bei elektrisch und thermisch zweckmäßigen Ausführungen besteht die Leiterschicht aus Kupfer bzw. die zumindest eine metallische Grundsicht aus Aluminium.

Eine weitere Variante zeichnet sich dadurch aus, dass die metallische Grundsicht aus zwei Einzelschichten besteht, zwischen welchen eine wärmeleitfähige Schicht liegt. Hierdurch wird

ein praktikabler Kompromiss zwischen der Forderung nach rascher Wärmeableitung auf der einen Seite und den thermischen Problemen bei dem Auflöten des Bauelements andererseits gefunden.

5 Die Erfindung samt weiterer Vorteile ist im Folgenden anhand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen

- Fig. 1 anhand eines Prinzipschaltbildes eines Schaltwandlers die Problematik der Störemis-

- 10 ■ Fig. 2 in einem Schnitt eine Kühlplatte mit einem darauf angeordneten Halbleiter-Bauelement, wobei gemäß der Erfindung Filterelemente in der Leiterschicht ausgebildet sind, und

- Fig. 3 eine Draufsicht auf die Anordnung nach Fig. 2.

15 Ein Schaltwandler, wie in Fig. 1 skizziert, besitzt einen Übertrager UET mit einer Primärwicklung W_P und einer Sekundärwicklung W_S . Eine Eingangsspannung U_E wird periodisch mit Hilfe eines Halbleiter-Leistungsschalters SWI an die Primärwicklung W_P gelegt. Der Schalter SWI, im vor-

20 liegenden Beispiel ein FET, wird an einem Steuereingang, hier dem Gate G von einer Ansteuerschaltung AST mit einem pulsbreitenmodulierten Takt angesteuert. Sekundärseitig wird mit Hilfe eines Gleichrichters GLR und eines Kondensators C eine Ausgangsgleichspannung U_A gewonnen. Informationen über die Höhe der Ausgangsspannung U_A sowie des Ausgangs-

25 stroms I_A werden über einen Optokoppler der Ansteuerschaltung AST zugeführt, um im Bedarfsfall das Tastverhältnis des Ansteuerpulses zu ändern.

30 Die Taktfrequenzen des Ansteuerimpulses liegen im Allgemeinen oberhalb des Hörbereichs und können bis ins MHz-Gebiet reichen. Die Anstiegszeiten der einzelnen Impulse sind bei Frequenzen im Bereich von z.B. 20 kHz bis 1 MHz und relativ hohen Strömen von z.B. 1 bis 20 A sehr kurz, was zu Oberwellen, wilden Schwingungen und entsprechenden Störemissionen führt, die mit üblichen Abstimmmaßnahmen nur schwer auf ein erträgliches Maß gebracht werden können.

Insbesondere an dem mit „D“ bezeichneten und mit einem Pfeil markierten Drainanschluss des Schalters SWI springt das Potential bezogen auf Masse maximal. Ein hoher, rasch geschalteter Strom fließt zwischen einem Anschluss der Primärwicklung W_P über den Schalter SWI zwischen

35 Draine- und Sourceanschluss D und W. Somit ist der gesteuerte Schalter SWI mit seinen Anschlüssen und Verbindungsleitungen hinsichtlich des EMV-Problems der in wahrsten Sinn des Wortes „springende Punkt“.

40 Unter Bezugnahme auf Fig. 2 und 3 wird im Folgenden gezeigt, in welcher Weise die Erfindung eine wesentliche Verbesserung der EMV-Eigenschaften ermöglicht.

Zur Kühlung eines Halbleiter-Bauelementes SWI, z.B. des Schalttransistors in der Prinzipschaltung eines Schaltwandlers nach Fig. 1, wird in bekannter Weise eine Kühlplatte KPL verwendet. Diese besteht aus einer metallischen Grundsicht MGS, auf welcher sich, getrennt durch eine

45 Isolierschicht ISS eine metallische Leiterschicht MLS, die vorzugsweise aus Kupfer besteht, befindet. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, ist die Leiterschicht MLS in einzelne, voneinander teils galvanisch getrennte Teilbereiche aufgeteilt. Auf die Leiterschicht MLS ist das Bauelement SWI mit seinem Kühlflansch KFL unter Vermittlung einer Lotschicht LOS aufgelötet. Die metallische Grundsicht MGS ist im vorliegenden Fall zweiteilig aufgebaut: Sie besteht aus zwei Einzel-

50 schichten ES1, ESL aus Aluminium, zwischen welcher eine dünne, wärmeleitfähige Schicht WLS liegt.

In der Draufsicht nach Fig. 3 erkennt man, dass den drei Elektroden D, G, S des Bauelements SWI zugehörige Lötflächen mit je einer von drei, voneinander galvanisch getrennten Leiterbahn-

55 flächen LBD, LBG, LBS durch Löten verbunden sind. Eine vierte Leiterbahnfläche LBD' ist über

das Gehäuse des Bauelements SWI mit der Drainelektrode D verbunden. Von den Lötflächen der Elektroden D, G, S führen die Leiterbahnen LBD, LBG und LBS zu Anschlüssen ASD, ASG, ASS. Diese Anschlüsse werden in hier nicht gezeigter Weise in geeigneter Weise mit der Schaltung, hier des Schaltwandlers, die meist auf einer Leiterplatte angeordnet ist, verbunden.

Die Leiterbahn LBS zwischen Sourceanschluss ASS und der Sourceelektrode S ist als Kaminfilter KFS ausgebildet, wobei in diese Leiterbahn LBS wiederum kammartig ein Teil der Leiterbahnen LBD' eingreift, wodurch eine definierte Kapazität CSD zwischen der Elektrode D und der Elektrode S geschaffen wird. Der kammartige Teil der Leiterbahn LBD' kann gleichfalls als Kammfilter KFD betrachtet werden.

Von dem Drainanschluss D bis zu den Anschluss ASD ist die Leiterbahn LBD mäanderförmig geführt, wobei sie eine gedruckte Induktivität GLD bildet. Die Leiterbahn LBG zwischen Gateelektrode G und dem Anschluss ASG ist als definierter gedruckter Widerstand GRG ausgebildet, wobei im vorliegenden Fall zur Vergrößerung des Widerstandes der Leiterbahn LBG in dieser drei Einschnitte ESE vorgesehen sind.

Auf die beschriebene Weise lassen sich somit auf der Leiterschicht MLS Filter realisieren, welche die EMV-Eigenschaften der Anordnung Halbleiter-Bauelement/Kühlplatte erheblich verbessern können. So können durch mäanderförmige Leiterbahnführung und flächenabhängige Koppelkapazitäten beispielsweise LC-Filterketten geschaffen werden. Dabei können die Kapazitäten zwischen einzelnen Leiterbahnen geschaffen werden, wie z. B. durch die Kammstruktur der Leiterbahnen LBS und LBD', oder zwischen den Leiterbahnen und der metallischen Grundschicht MGS mit der Isolierschicht ISS als Dielektrium. Die Leiterbahnstrukturen können z. B. durch Einsatz eines Feldsimulators auf einen definierten Frequenzgang optimiert werden, wobei der Filterkurvenverlauf, insbesondere der Dämpfungsverlauf, durch die Geometrie der Leiterbahnen, z. B. von Kammstrukturen, festgelegt ist. Widerstände können durch Atom- oder Laserabgleich genau definiert werden und sind hochbelastbar, da sie in der Kühlplatte ausgebildet sind.

Durch die Ausbildung von Filterstrukturen, insbesondere von Saug- und/oder Sperrkreisen, und Dämpfungswiderständen kann die Weiterleitung von schaltbedingten Störungen an die Umgebung, z. B. das Gehäuse eines Geräts, auf kostengünstige Weise verringert werden.

Patentansprüche:

1. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL), wobei die Kühlplatte zumindest eine metallische Grundschicht (MGS) und darauf, durch eine Isolierschicht (ISS) getrennt, eine metallische Leiterschicht (MLS) besitzt, auf welche das Bauelement mittels einer Löt-schicht (LOS) aufgebracht ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Verminderung von Störemissionen in der Leiterschicht (MLS) zumindest ein Filterelement ausgebildet ist, welches mindestens einer der Elektroden (D, S, G) des Bauelements (SWI) zugeordnet ist.
2. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet, dass* für zumindest eine Elektrode (D) des Bauelements (SWI) zwischen einem Anschluss (ASD) auf der Leiterschicht (MLS) und dieser Elektrode (D) in der Leiterschicht eine gedruckte Induktivität (GLD) ausgebildet ist.
3. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet, dass* für zumindest eine Elektrode (G) des Bauelements (SWI) zwischen einem Anschluss (ASG) auf der Leiterschicht (MLS) und dieser Elektrode in der Leiterschicht ein gedruckter Widerstand (GRG) ausgebildet ist.

4. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass in der Leiterbahn zumindest eine Kapazität (CSD) ausgebildet ist, deren Anschlüsse mit zwei Elektroden (S,D) des Bauelements (SWI) in Verbindung stehen.
5. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass das zumindest eine Filterelement als Kammfilter (KFS) ausgebildet ist.
6. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das zumindest eine Filterelement unter Einbeziehung der Isolierschicht (ISS) und der metallischen Grundsicht (MGS) ausgebildet ist.
7. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Leiterschicht (MLS) aus Kupfer besteht.
8. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die zumindest eine metallische Grundsicht (MGS) aus Aluminium besteht.
9. Halbleiter-Bauelement (SWI) mit einer Kühlplatte (KPL) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass die metallische Grundsicht (MGS) aus zwei Einzelschichten (ES1, ES2) besteht, zwischen welchen eine wärmeleitfähige Schicht (WLS) liegt.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen



