

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. November 2020 (26.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/233993 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/62 (2010.01) H01L 21/60 (2006.01)
H01L 23/485 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/062679

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Mai 2020 (07.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 113 293.2
20. Mai 2019 (20.05.2019) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **RICHTER, Jens**; Jurastr. 12, 93155 Hemau
(DE). **SÖLL, Christopher**; Königsberger Str. 6, 90587
Veitsbromm (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH**; Schloßschmidstr. 5,
80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

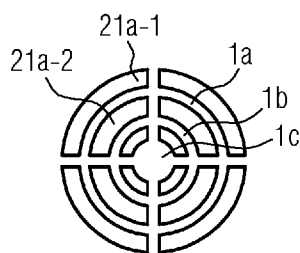
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: SEMICONDUCTOR COMPONENT, SYSTEM AND METHOD FOR CHECKING A SOLDERED JOINT

(54) Bezeichnung: HALBLEITERBAUELEMENT, SYSTEM UND VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG EINER LÖTSTELLE

FIG 8b



(57) Abstract: A semiconductor component, a system comprising a carrier for contacting the semiconductor component and a method for checking a soldered joint between the carrier and the semiconductor component are provided. The carrier (20) has a contact area (21), which is formed as laterally interrupted and, at least at certain points, is covered by a solder material (3) for electrical bridging. The semiconductor component (10) has a connection region (11), which is connected to the contact area (21) by the solder material (3). In the method, a primary alternating magnetic field (H1) is produced at an angle to the contact area (21) for the induction of an electrical eddy current (I_w) in the contact area (21) and the solder material (3), and, dependent on a secondary alternating field (H2), induced by the electrical eddy current (I_w), it is checked whether the contact area (21) is electrically bridged by the solder material (3).

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Halbleiterbauelement, ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung des Halbleiterbauelements und ein Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle zwischen dem Träger und dem Halbleiterbauelement angegeben. Der Träger (20) weist eine Kontaktfläche (21) auf, die lateral unterbrochen ausgebildet und zur elektrischen Überbrückung zumindest stellenweise von einem Lotmaterial (3) bedeckt ist. Das Halbleiterbauelement (10) weist einen Anschlussbereich (11) auf, der durch das Lotmaterial (3) mit der Kontaktfläche (21) verbunden ist. Bei dem Verfahren wird ein magnetisches Primärwechselfeld (H1) schräg zu der Kontaktfläche (21) zur Induktion eines elektrischen Wirbelstroms (I_w) in der Kontaktfläche (21) und dem Lotmaterial (3) erzeugt, und abhängig von einem durch den elektrischen Wirbelstrom (I_w) induzierten Sekundärwechselfeld (H2) überprüft, ob die Kontaktfläche (21) durch das Lotmaterial (3) elektrisch überbrückt ist.



WO 2020/233993 A1

Beschreibung

HALBLEITERBAUELEMENT, SYSTEM UND VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG
EINER LÖTSTELLE

5

Es werden ein Halbleiterbauelement, ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung des Halbleiterbauelements und ein Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle zwischen dem Träger und dem Halbleiterbauelement angegeben.

10

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 102019113293.2, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

15

Die Überprüfung einer Lötverbindung zwischen einem Halbleiterbauelement und einem Träger wie einem IC (integrierter Schaltkreis, „Integrated Circuit“), auf dem das Halbleiterbauelement zur Kontaktierung montiert ist, stellt eine Herausforderung im Hinblick auf Zeit- und Verdrahtungsaufwand sowie Zuverlässigkeit dar.

20

Es ist daher zumindest eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Halbleiterbauelement, ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung des Halbleiterbauelements und ein Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle zwischen dem Träger und dem Halbleiterbauelement anzugeben, welche(s) eine zuverlässige Überprüfung der Lötstelle ermöglicht und zugleich beiträgt, einen hierzu erforderlichen Zeit- und Verdrahtungsaufwand gering zu halten.

25

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben

30

und gehen weiterhin aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen hervor.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein
5 Halbleiterbauelement angegeben. Bei dem Halbleiterbauelement handelt es sich insbesondere um eine lichtemittierende Diode („light emitting diode“, LED). Das Halbleiterbauelement kann in vereinzelter Form vorliegen oder aber Teil eines Halbleiterverbunds sein. So kann das Halbleiterbauelement
10 einen LED-Chip umfassen, der mit weiteren LED-Chips im Verbund als sogenanntes Diodenarray angeordnet und beispielhaft auf einem gemeinsamen Wafer ausgebildet ist. Die anhand des Halbleiterbauelements im Folgenden beschriebenen Merkmale können auch auf die weiteren Halbleiterbauelemente
15 des Verbunds übertragen werden.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt weist das Halbleiterbauelement eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche auf. Unter einer lateralen Erstreckung wird
20 hier und im Folgenden eine Ausdehnung eines Objekts in sowohl einer ersten Richtung als auch einer schräg zu der ersten Richtung verlaufenden zweiten Richtung bezeichnet, wobei die erste und zweite Richtung eine Ebene aufspannen. Z.B. verläuft die aufgespannte Ebene parallel zu einer
25 Haupterstreckungsebene des Halbleiterbauelements. Die Kontaktfläche kann zumindest einen Teil der Unterseite des Halbleiterbauelements bilden. Im Falle, dass das Halbleiterbauelement als LED ausgebildet ist, ist die Kontaktfläche insbesondere auf einer der
30 Hauptabstrahlrichtung abgewandten Seite der LED angeordnet. Unabhängig von der lateralen Erstreckung weist die Kontaktfläche überdies eine Ausdehnung in einer dritten Richtung auf, die schräg zu der aufgespannten Ebene verläuft

und eine Dicke der Kontaktfläche definiert. Die Kontaktfläche ist insbesondere elektrisch leitfähig ausgebildet. Als Kontaktfläche wird hier insbesondere eine Metallisierung bezeichnet, die zur Kontaktierung einer Epitaxie des Halbleiterbauelements vorgesehen ist.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist die Kontaktfläche lateral derart unterbrochen ausgebildet, dass Material der Kontaktfläche wenigstens eine Ausnehmung lateral begrenzt. Unter einer lateralen Unterbrechung wird hier und im Folgenden eine vollständige Durchtrennung eines Objekts in der dritten Richtung verstanden. Beispielhaft kann die Kontaktfläche hierzu zunächst vollständig auf dem Halbleiterbauelement aufgebracht und nachfolgend stellenweise abgetragen sein, beispielhaft durch Ätzen oder Schlitzen, um die wenigstens eine Ausnehmung auszubilden. Alternativ kann die Ausnehmung im Zuge der Ausbildung der Kontaktfläche ausgebildet sein, beispielhaft mittels Maskierung.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt liegt die Kontaktfläche im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterbauelements auf einem Potential. Die Kontaktfläche bildet insbesondere einen Kontakt zum Betreiben des Halbleiterbauelements. Im Falle einer LED kann es sich bei der Kontaktfläche beispielsweise um einen Anoden- oder Kathodenkontakt handeln.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt wird ein Halbleiterbauelement angegeben, aufweisend eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche, die lateral derart unterbrochen ausgebildet ist, dass Material der Kontaktfläche wenigstens eine Ausnehmung lateral begrenzt, wobei die

Kontaktfläche im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterbauelements auf einem Potential liegt. Das Halbleiterbauelement ist insbesondere zur Anordnung auf einem Träger sowie zur elektrischen und mechanischen Verbindung mit einem Träger mittels eines Lötprozesses vorgesehen. Neben der Kontaktfläche weist das Halbleiterbauelement insbesondere einen zweiten Kontakt auf, der separat zu der Kontaktfläche ausgebildet und angeordnet ist, beispielhaft zur Kontaktierung mittels eines Drahts auf einer Oberseite des Halbleiterbauelements oder getrennt von der Kontaktfläche ebenfalls auf der Unterseite des Halbleiterbauelements. Im Falle eines Halbleiterverbunds kann der zweite Kontakt insbesondere ein gemeinsamer Kontakt, beispielhaft ein Kathodenkontakt eines Diodenarrays sein. Durch die Unterbrechung der Kontaktfläche kann eine Verteilung von Wirbelströmen, die bei geeigneter Anregung des auf dem Träger verlöteten Halbleiterbauelements mittels eines magnetischen Wechselfeldes in der Kontaktfläche induziert werden, beeinflusst und insbesondere nachweisbar gestört sein. Bei hinreichender Ausbildung der Lötstelle, mit der das Halbleiterbauelement mit dem Träger verbunden ist, insbesondere also bei im Wesentlichen vollflächiger Bedeckung der Kontaktfläche und sämtlichen Ausnehmungen durch Lotmaterial, kann eine im Wesentlichen ungestörte Verteilung der Wirbelströme in der Kontaktfläche und dem Lotmaterial erreicht werden, die gegenüber einer gestörten Verteilung der Wirbelströme bei unzureichender Ausbildung der Lötstelle, insbesondere also bei lediglich partieller Bedeckung der Kontaktfläche durch das Lotmaterial, überprüfbar ist. In anderen Worten kann durch geeignete Ausbildung der Lötstelle eine durch die Ausnehmung hervorgerufene Beeinträchtigung der Wirbelstromverteilung in der Kontaktfläche aufgehoben sein, so dass sich eine vollflächige Benetzung der Kontaktfläche

mit Lotmaterial von einer nur partiellen Benetzung deutlich unterscheiden lässt. Insbesondere kann so beispielsweise im Rahmen eines Wafertests eine zuverlässige Bewertung der Benetzung der Kontaktfläche ohne zusätzlichen Verdrahtungs- und vergleichsweise geringem Zeitaufwand erfolgen. Im Falle eines Halbleiterverbunds können dadurch aufzuwendende Kosten bei Überprüfung der einzelnen Lötstellen gering gehalten werden, so dass insbesondere sämtliche Lötstellen überprüft werden können. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Prozesskontrolle in der Assemblierung des Halbleiterbauelements, was wiederum zur Stabilität des Herstellungsprozesses beiträgt.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt ist wenigstens eine Ausnehmung lateral als Kreisring, Kreisringabschnitt oder Kreis um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche ausgebildet.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt erstreckt sich wenigstens eine Ausnehmung lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche, so dass die Kontaktfläche durch die entsprechende Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten Aspekt sind mehrere Ausnehmungen vorhanden. Beispielsweise ist wenigstens eine Ausnehmung lateral als Kreisring, Kreisringabschnitt oder Kreis um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche ausgebildet sowie erstreckt sich wenigstens eine weitere Ausnehmung lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche, so dass die Kontaktfläche durch die entsprechende Ausnehmung in zwei

Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung werden ein System
5 umfassend einen Träger zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement gemäß dem ersten Aspekt angegeben. Bei dem Träger handelt es sich insbesondere um einen IC. Der Träger kann im Falle eines Halbleiterverbundes insbesondere zur Kontaktierung sämtlicher
10 Halbleiterbauelemente des Verbundes eingerichtet sein.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt weist der Träger einen sich lateral erstreckenden Anschlussbereich auf. Als Anschlussbereich ist hier ein
15 Kontakt des Trägers bezeichnet, der zur separaten Kontaktierung der Kontaktfläche des Halbleiterbauelements vorgesehen ist. Im Falle eines Halbleiterverbundes kann der Träger jeweils einen Anschlussbereich zur separaten Kontaktierung sämtlicher Halbleiterbauelemente des Verbundes
20 aufweisen. Beispielfhaft können die einzelnen Anodenkontakte eines Diodenarrays jeweils mit einem separaten Anschlussbereich des Trägers individuell angesteuert sein.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt
25 ist die Kontaktfläche zumindest stellenweise von einem Lotmaterial zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung durch das Lotmaterial bedeckt. Das Lotmaterial ist bevorzugt so aufgebracht, dass sämtliche Ausnehmungen elektrisch überbrückt bzw. galvanisch verbunden
30 sind. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Lotmaterial die Kontaktfläche und sämtliche Ausnehmungen im Wesentlichen vollflächig bedeckt, um eine gleichmäßige Stromverteilung in dem Halbleiterbauelement zu erreichen. Im Rahmen der

Fertigung kann es jedoch vorkommen, dass das zur Überbrückung der Ausnehmung vorgesehene Lotmaterial lediglich partiell aufgetragen und die Lötstelle als unzureichend einzustufen ist.

5

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt ist das Halbleiterbauelement derart auf dem Träger angeordnet, dass die Kontaktfläche dem Anschlussbereich zugewandt und durch das Lotmaterial mit dem Anschlussbereich verbunden ist.

10

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten Aspekt wird ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement gemäß dem ersten Aspekt angegeben, wobei der Träger einen sich lateral erstreckenden Anschlussbereich aufweist. Die Kontaktfläche ist zumindest stellenweise von einem Lotmaterial zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung durch das Lotmaterial bedeckt. Das Halbleiterbauelement ist derart auf dem Träger angeordnet, dass die Kontaktfläche dem Anschlussbereich zugewandt und durch das Lotmaterial mit dem Anschlussbereich verbunden ist.

15

20

25

30

Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung werden ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement angegeben. Bei dem Halbleiterbauelement handelt es sich insbesondere um eine LED. Das Halbleiterbauelement kann insbesondere in vereinzelter Form vorliegen oder aber Teil eines Halbleiterverbunds sein. Die anhand des Halbleiterbauelements im Folgenden beschriebenen Merkmale können auch auf die weiteren Halbleiterbauelemente des Verbunds übertragen werden. Bei dem Träger handelt es sich insbesondere um einen

IC. Der Träger kann im Falle eines Halbleiterverbundes insbesondere zur Kontaktierung sämtlicher Halbleiterbauelemente des Verbundes eingerichtet sein.

- 5 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt weist der Träger eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche auf. Als Kontaktfläche ist hier ein Kontakt des Trägers bezeichnet, der zur separaten Kontaktierung eines Anschlussbereichs des Halbleiterbauelements vorgesehen ist.
- 10 Im Falle eines Halbleiterverbundes kann der Träger jeweils eine Kontaktfläche zur separaten Kontaktierung sämtlicher Halbleiterbauelemente des Verbundes aufweisen.

- In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt
- 15 ist die Kontaktfläche lateral derart unterbrochen ausgebildet, dass Material der Kontaktfläche wenigstens eine Ausnehmung lateral begrenzt. Beispielfhaft kann die Kontaktfläche hierzu zunächst vollständig auf dem Träger aufgebracht und nachfolgend stellenweise abgetragen sein,
- 20 beispielsweise durch Ätzen oder Schlitzen, um die wenigstens eine Ausnehmung auszubilden. Alternativ kann die Ausnehmung im Zuge der Ausbildung der Kontaktfläche ausgebildet sein, beispielsweise mittels Maskierung.

- 25 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt ist die Kontaktfläche zumindest stellenweise von einem Lotmaterial zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung durch das Lotmaterial bedeckt. Das Lotmaterial ist bevorzugt so aufgebracht, dass sämtliche
- 30 Ausnehmungen elektrisch überbrückt bzw. galvanisch verbunden sind. Insbesondere ist vorgesehen, dass das Lotmaterial die Kontaktfläche und sämtliche Ausnehmungen im Wesentlichen vollflächig bedeckt, um eine gleichmäßige Stromverteilung in

dem Halbleiterbauelement zu erreichen. Im Rahmen der Fertigung kann es jedoch vorkommen, dass das zur Überbrückung der Ausnehmung vorgesehene Lotmaterial lediglich partiell aufgetragen und die Lötstelle als unzureichend einzustufen ist.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt weist das Halbleiterbauelement einen Anschlussbereich auf und ist derart auf dem Träger angeordnet, dass der Anschlussbereich der Kontaktfläche zugewandt und durch das Lotmaterial mit der Kontaktfläche verbunden ist. Der Anschlussbereich ist insbesondere elektrisch leitfähig ausgebildet. Als Anschlussbereich wird hier insbesondere eine Metallisierung bezeichnet, die zur Kontaktierung einer Epitaxie des Halbleiterbauelements vorgesehen ist. Der Anschlussbereich kann insbesondere eine Unterseite bzw. einen Teil der Unterseite des Halbleiterbauelements bilden. Im Falle, dass das Halbleiterbauelement als LED ausgebildet ist, ist der Anschlussbereich insbesondere auf einer der Hauptabstrahlrichtung abgewandten Seite der LED angeordnet. Das Halbleiterbauelement ist insbesondere mittels des Lotmaterials elektrisch und mechanisch mit dem Träger verbunden. Neben dem Anschlussbereich weist das Halbleiterbauelement insbesondere einen zweiten Anschluss auf, der separat zu dem Anschlussbereich ausgebildet und angeordnet ist, beispielhaft zur Kontaktierung mittels eines Drahts auf einer Oberseite des Halbleiterbauelements oder getrennt von dem Anschlussbereich ebenfalls auf der Unterseite des Halbleiterbauelements. Im Falle eines Halbleiterverbunds kann der zweite Anschluss insbesondere ein gemeinsamer Kontakt, beispielhaft ein Kathodenkontakt eines Diodenarrays sein.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt wird ein System umfassend einen Träger zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement angegeben, wobei der Träger eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche aufweist, die lateral derart unterbrochen ausgebildet ist, dass Material der Kontaktfläche wenigstens eine Ausnehmung lateral begrenzt. Die Kontaktfläche ist zumindest stellenweise von einem Lotmaterial zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung durch das Lotmaterial bedeckt. Das Halbleiterbauelement weist einen Anschlussbereich auf und ist derart auf dem Träger angeordnet, dass der Anschlussbereich der Kontaktfläche zugewandt und durch das Lotmaterial mit der Kontaktfläche verbunden ist. Durch die Unterbrechung der Kontaktfläche kann eine Verteilung von Wirbelströmen, die bei geeigneter Anregung des auf dem Träger verlöteten Halbleiterbauelements mittels eines magnetischen Wechselfeldes in der Kontaktfläche induziert werden, beeinflusst und insbesondere nachweisbar gestört sein. Insbesondere kann so beispielsweise im Rahmen eines Wafertests eine zuverlässige Bewertung der Benetzung der Kontaktfläche ohne zusätzlichen Verdrahtungs- und vergleichsweise geringem Zeitaufwand erfolgen. Im Falle eines Halbleiterverbunds können dadurch aufzuwendende Kosten bei Überprüfung der einzelnen Lötstellen gering gehalten werden, so dass insbesondere sämtliche Lötstellen überprüft werden können. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Prozesskontrolle in der Assemblierung des Halbleiterbauelements, was wiederum zur Stabilität des Herstellungsprozesses beiträgt.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt ist wenigstens eine Ausnehmung lateral als Kreisring, Kreisringabschnitt oder Kreis um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche ausgebildet.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt erstreckt sich wenigstens eine Ausnehmung lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche, so dass die Kontaktfläche durch die entsprechende Ausnehmung in zwei
5 Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem dritten Aspekt sind mehrere Ausnehmungen vorhanden. Beispielsweise ist
10 wenigstens eine Ausnehmung lateral als Kreisring, Kreisringabschnitt oder Kreis um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche ausgebildet sowie erstreckt sich wenigstens eine weitere Ausnehmung lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche, so dass die
15 Kontaktfläche durch die entsprechende Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten, zweiten
20 oder dritten Aspekt ist das Halbleiterbauelement als lichtemittierende Diode ausgebildet.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten, zweiten oder dritten Aspekt beträgt ein Verhältnis zwischen einem
25 durch Material der Kontaktfläche bedeckten Bereich und einem durch Material der Kontaktfläche lateral begrenztem Bereich frei von Material der Kontaktfläche zwischen 1:1 und 100:1, insbesondere zwischen 2:1 und 30:1, bevorzugt zwischen 5:1 und 10:1.

30

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten, zweiten oder dritten Aspekt ist die Kontaktfläche lateral kreisförmig oder rechteckig ausgebildet.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem ersten, zweiten oder dritten Aspekt ist wenigstens eine Ausnehmung lateral als Kreis, Kreisring oder Kreisringabschnitt um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche ausgebildet.

- 5 Hierdurch ist eine Verteilung von Wirbelströmen in der Kontaktfläche bei geeigneter Anregung durch ein magnetisches Wechselfeld besonders beeinträchtigt.

10 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten oder dritten Aspekt beträgt eine Größe der Kontaktfläche zwischen $2,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ und $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$, insbesondere zwischen $2,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$ und $1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$.

15 In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten oder dritten Aspekt ist die Kontaktfläche derart unterbrochen, dass die Kontaktfläche wenigstens zwei Kontaktsegmente aufweist, die nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind. Die Kontaktfläche ist von dem Lotmaterial zur derartigen elektrischen Verbindung der wenigstens zwei
20 Kontaktsegmente bedeckt, dass die wenigstens zwei Kontaktsegmente und der Anschlussbereich im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterbauelements auf einem Potential liegen. In anderen Worten erstreckt sich wenigstens eine Ausnehmung lateral derart durch die
25 Kontaktfläche, dass sich wenigstens zwei vollständig galvanisch voneinander getrennte Kontaktsegmente ergeben, die bei hinreichender Lötstelle lediglich durch das Lotmaterial elektrisch verbunden sind. Die Kontaktsegmente bilden also insbesondere einen gemeinsamen Kontakt zum Betreiben des
30 Halbleiterbauelements. Im Rahmen der Fertigung kann es jedoch vorkommen, dass die elektrische Verbindung der Kontaktsegmente vorgesehene Lotmaterial lediglich partiell

aufgetragen und die Lötstelle als unzureichend einzustufen ist.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem zweiten oder
5 dritten Aspekt erstreckt sich wenigstens eine Ausnehmung
lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der
Kontaktfläche, so dass die Kontaktfläche durch die
entsprechende Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist, die
nicht durch Material der Kontaktfläche verbunden sind.

10

Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung sind in zumindest
einer Ausführungsform gemäß dem zweiten oder dritten Aspekt
wenigstens zwei Kontaktsegmente punktsymmetrisch bezüglich
des lateralen Mittelpunkts der Kontaktfläche ausgebildet,
15 wobei jeweils wenigstens zwei zueinander um 180° gespiegelte
Kontaktsegmente oder jeweils wenigstens zwei zueinander
punktsymmetrische Kontaktsegmente ein Kontaktpaar bilden.

Somit sind z.B. wenigstens zwei Kontaktsegmente
punktsymmetrisch bezüglich des lateralen Mittelpunkts der

20

Kontaktfläche ausgebildet und bilden ein jeweiliges
Kontaktpaar. Der Träger weist je Kontaktpaar eine Stromquelle
auf, die mit einem ersten Versorgungsanschluss gekoppelt und
eingerichtet ist, einen vorgegebenen Strom in ein erstes
Kontaktsegment des jeweiligen Kontaktpaars einzuprägen. Der
25 Träger weist je Kontaktpaar einen Widerstand und einen
Schalter auf, wobei der Widerstand mit einem zweiten
Versorgungsanschluss gekoppelt und über den Schalter
steuerbar mit einem zweiten Kontaktsegment des jeweiligen
Kontaktpaars koppelbar ausgebildet ist.

30

Bei dem ersten Versorgungsanschluss kann es sich
beispielsweise um einen Versorgungsspannungsanschluss
handeln. Bei dem zweiten Versorgungsanschluss handelt es sich

beispielhaft um einen Masseanschluss. Beispielsweise können jeweils genau zwei Kontaktsegmente ein Kontaktpaar bilden. Alternativ können auch mehrere, in radialer Richtung bezüglich des Mittelpunkts benachbarte Kontaktsegmente ein
5 erstes Kontaktsegment bilden und zusammen mit mehreren entgegen der radialen Richtung bezüglich des Mittelpunkts benachbarten Kontaktsegmenten, die ein zweites Kontaktsegment bilden, das z.B. bezüglich des Mittelpunkts um 180° zu dem ersten Kontaktsegment gespiegelt oder gedreht ist, ein
10 Kontaktpaar bilden.

Durch separate Bestromung der einzelnen Kontaktpaare und geeigneter Überprüfung, ob der am jeweils ersten Kontaktsegment zugeführte Strom über das jeweils zweite
15 Kontaktsegment abfließt, kann nach erfolgter Verlötung des Halbleiterbauelements auf dem Träger, beispielhaft im Rahmen eines sogenannten „End-of-Line“ (EoL)-Tests, eine zuverlässige Bewertung der Benetzung der Kontaktfläche mit vergleichsweise geringem Verdrahtungs- und Zeitaufwand
20 erfolgen. Im Falle eines Halbleiterverbunds können dadurch aufzuwendende Kosten bei Überprüfung der einzelnen Lötstellen gering gehalten werden, so dass insbesondere sämtliche Lötstellen überprüft werden können. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Prozesskontrolle in der Assemblierung des
25 Halbleiterbauelements, was wiederum zur Stabilität des Herstellungsprozesses beiträgt.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem vierten Aspekt umfasst die Kontaktfläche zwischen einem und drei
30 Kontaktpaare, insbesondere genau zwei Kontaktpaare.

Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle angegeben. Bei dem Verfahren

wird ein System gemäß dem zweiten, dritten oder vierten Aspekt bereitgestellt. Ein magnetisches Primärwechselfeld wird schräg zu der Kontaktfläche zur Induktion eines elektrischen Wirbelstroms in der Kontaktfläche und dem Lotmaterial erzeugt. Ein Sekundärfeldkennwert wird ermittelt, der repräsentativ ist für ein durch den elektrischen Wirbelstrom induziertes Sekundärwechselfeld. Abhängig von dem Sekundärfeldkennwert wird überprüft, ob die Kontaktfläche zumindest stellenweise von einem Lotmaterial so bedeckt ist, dass die wenigstens eine Ausnehmung durch das Lotmaterial elektrisch überbrückt ist.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem fünften Aspekt umfasst ein System ein Halbleiterbauelement und einen Träger. Beispielsweise weist eines der Elemente aus Halbleiterbauelement und Träger eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche auf und das andere Element aus Halbleiterbauelement und Träger weist einen sich lateral erstreckenden Anschlussbereich auf. Die Kontaktfläche ist lateral derart unterbrochen ausgebildet, dass Material der Kontaktfläche wenigstens eine Ausnehmung lateral begrenzt. Die Kontaktfläche ist zumindest stellenweise von einem Lotmaterial zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung durch das Lotmaterial bedeckt. Das Halbleiterbauelement ist derart auf dem Träger angeordnet, dass der Anschlussbereich der Kontaktfläche zugewandt und durch das Lotmaterial mit der Kontaktfläche verbunden ist.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem fünften Aspekt wird eine Erregerspule bereitgestellt, mittels der das magnetische Primärwechselfeld erzeugt wird. Eine Impedanz der Erregerspule wird erfasst. Abhängig von der Impedanz der Erregerspule wird der Sekundärfeldkennwert ermittelt.

Insbesondere kann in diesem Zusammenhang eine Amplitude des durch die Erregerspule fließenden Stroms und/oder ein Phasenversatz zwischen einer an der Erregerspule anliegenden Spannung und dem durch die Erregerspule fließenden Strom
5 erfasst werden.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem fünften Aspekt wird eine Empfängerspule bereitgestellt, mittels der das induzierte Sekundärwechselfeld erfasst wird. Abhängig von dem
10 erfassten Sekundärwechselfeld wird der Sekundärfeldkennwert ermittelt.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem fünften Aspekt wird im Falle, dass der Sekundärfeldkennwert einen
15 vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, die Lötstelle zwischen dem Träger (20) und dem Halbleiterbauelement (10) als hinreichend eingestuft. Anderenfalls wird die Lötstelle als unzureichend eingestuft. Insbesondere wird die Lötstelle als hinreichend eingestuft, wenn der Sekundärfeldkennwert
20 repräsentativ ist für ein vergleichsweise starkes Sekundärwechselfeld, beispielsweise bei einer hohen erfassten Impedanz. Wenn der Sekundärfeldkennwert repräsentativ ist für ein vergleichsweise schwaches Sekundärwechselfeld kann die Lötstelle hingegen als unzureichend eingestuft werden.

25

Gemäß einem sechsten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle angegeben. Bei dem Verfahren wird ein System gemäß dem vierten Aspekt bereitgestellt.

Sequentiell je Kontaktpaar wird:

30 - die Stromquelle in einen angeschalteten Zustand versetzt, in dem ein vorgegebener Strom in ein erstes Kontaktsegment des jeweiligen Kontaktpaars eingeprägt wird, wobei die

jeweilige Stromquelle anderer Kontaktpaare in einen ausgeschalteten Zustand versetzt wird.

- der Schalter in einen Kopplungszustand versetzt, in dem der zweite Versorgungsanschluss über den Widerstand mit einem zweiten Kontaktsegment des jeweiligen Kontaktpaars gekoppelt wird, wobei der jeweilige Schalter anderer Kontaktpaare jeweils in einen Entkopplungszustand versetzt wird.

- ein Spannungskennwert ermittelt, der repräsentativ ist für eine an dem ersten und/oder zweiten Kontaktsegment des jeweiligen Kontaktpaars anliegende Spannung.

- abhängig von dem Spannungskennwert überprüft, ob die Kontaktfläche zumindest stellenweise von Lotmaterial so bedeckt ist, dass die zwei Kontaktsegmente des jeweiligen Kontaktpaars durch das Lotmaterial elektrisch überbrückt sind. Die jeweilige Stromquelle wird insbesondere erst in den angeschalteten Zustand versetzt, wenn sich alle Stromquellen der anderen Kontaktpaare in dem ausgeschalteten Zustand befinden. In dem ausgeschalteten Zustand wird kein Strom in das jeweilige Kontaktsegment eingeprägt. Der jeweilige Schalter wird insbesondere erst in den Kopplungszustand versetzt, wenn sich alle Schalter der anderen Kontaktpaare in dem Entkopplungszustand befinden. In dem Entkopplungszustand ist der zweite Versorgungsanschluss von dem jeweiligen zweiten Kontaktsegment entkoppelt. Der Spannungskennwert wird insbesondere erst ermittelt, wenn sich alle Stromquellen und Schalter in einem vorgegebenen Zustand befinden und sich eine stabile Spannung an dem jeweiligen ersten und/oder zweiten Kontaktsegment eingestellt hat.

In zumindest einer Ausführungsform gemäß dem sechsten Aspekt wird eine Speichereinheit bereitgestellt, umfassend einen vorgegebenen logischen Speicherwert. Je Kontaktpaar wird abhängig von dem Spannungskennwert ein logischer Wert

ermittelt, der repräsentativ ist dafür, dass die zwei Kontaktsegmente des jeweiligen Kontaktpaars durch das Lotmaterial elektrisch überbrückt sind. Je Kontaktpaar wird der logische Wert logisch mit dem Speicherwert verknüpft und
5 das Ergebnis als neuer Speicherwert in die Speichereinheit geschrieben. Abhängig von dem Speicherwert wird überprüft, ob die zwei Kontaktsegmente jedes Kontaktpaars durch das Lotmaterial elektrisch überbrückt sind. Der vorgegebene logische Speicherwert beträgt insbesondere logisch „1“. In
10 diesem Fall erfolgt die logische Verknüpfung mittels logisch „UND“. Bei der Speichereinheit kann es sich insbesondere um ein Flipflop handeln. Durch die Verknüpfung kann insbesondere eine zuverlässige Bewertung der Benetzung der Kontaktfläche mit vergleichsweise geringem Verdrahtungs- und Zeitaufwand
15 erfolgen, beispielhaft im Rahmen eines Selbsttests innerhalb eines EoL-Tests. Auf eine hochgenaue Widerstandsmessung außerhalb des Halbleiterbauelements kann in diesem Zusammenhang verzichtet werden.

20 Gemäß einem siebten Aspekt der Erfindung wird ein Scheinwerfer für ein Kraftfahrzeug angegeben. Bei dem Scheinwerfer kann es sich insbesondere um eine Front-, oder Heckbeleuchtung des Kraftfahrzeugs handeln. Der Scheinwerfer umfasst ein System gemäß dem zweiten, dritten oder vierten
25 Aspekt.

Weitere Vorteile, vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen
30 Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

- Fig. 1a, 1b eine Anordnung zur Überprüfung einer Lötstelle und Ersatzschaltbild,
- Fig. 2a, 2b Ausführungsvarianten der Kontaktfläche des Trägers gemäß Fig. 1a,
- 5 Fig. 3a, 3b ein erstes Ausführungsbeispiel der Ausführungsvarianten der Kontaktfläche gemäß Fig. 2a, 2b,
- Fig. 4a, 4b beispielhaft vollflächige Benetzung der Kontaktfläche der Ausführungsvarianten des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3a, 3b,
- 10 Fig. 5a, 5b beispielhaft partielle Benetzung der Kontaktfläche der Ausführungsvarianten des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3a, 3b,
- Fig. 6 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Überprüfung der Lötstelle zwischen einem Halbleiterbauelement und einem Träger mit einer Kontaktfläche gemäß Fig. 3a, 3b,
- 15 Fig. 7 Verfahren zur Überprüfung der Lötstelle durch die Anordnung gemäß Fig. 6,
- 20 Fig. 8a, 8b ein zweites Ausführungsbeispiel der Kontaktfläche des Trägers gemäß Fig. 2a in einer ersten und zweiten Ausführungsvariante,
- Fig. 8c beispielhaft vollflächige Benetzung der Kontaktfläche der zweiten Ausführungsvariante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 8b,
- 25 Fig. 8d beispielhaft partielle Benetzung der Kontaktfläche der zweiten Ausführungsvariante des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 8b,
- Fig. 9 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Überprüfung der Lötstelle zwischen einem Halbleiterbauelement und einem Träger mit einer Kontaktfläche gemäß Fig. 8a, 8b, und
- 30

Fig. 10 Verfahren zur Überprüfung der Lötstelle durch
die Anordnung gemäß Fig. 9.

Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in
5 den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die
Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren
dargestellten Elemente untereinander sind nicht als
maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente
zur besseren Darstellbarkeit und/oder für eine bessere
10 Verständlichkeit übertrieben groß dargestellt sein.
Gestrichelt dargestellte Umrandungen deuten eine
Funktionseinheit der darin angeordneten Elemente an.

Eine Lötverbindung zwischen einem Halbleiterbauelement und
15 einem Träger wie einem IC, auf dem das Halbleiterbauelement
zur Kontaktierung montiert ist, kann mittels eines optischen
Verfahrens überprüft werden, etwa durch Bestrahlung mit UV-
oder Röntgenstrahlung und Ermittlung eines Kontrasts
innerhalb der Kontaktstelle als Indikation über die Qualität
20 der Lötverbindung. Ein derartiges Verfahren erfordert jedoch
einen relativ hohen Zeitaufwand; im Falle, dass die
Kontaktstelle von Metall umgeben ist, ist zudem lediglich ein
geringer Kontrast messbar, was die Zuverlässigkeit der
Qualitätsbewertung einschränkt.

25

Alternativ kann ein elektrisches Verfahren zur Überprüfung
der Lötverbindung eingesetzt werden, beispielsweise eine
Kelvin- bzw. Vierdrahtmessung. Fig. 1a zeigt eine Anordnung
zur Überprüfung einer Lötstelle. Die Anordnung umfasst ein
30 System 100. Das System 100 weist ein Halbleiterbauelement 10
mit einem Anschlussbereich 11 als Anodenkontakt und einem
weiteren Anschluss 12 als Kathodenkontakt sowie einen Träger
20 mit einer Kontaktfläche 21 und einem weiteren Kontakt 22

auf. Bei dem Halbleiterbauelement 10 handelt es sich beispielsweise um eine lichtemittierende Diode, die vereinzelt oder im Verbund, beispielsweise in Form eines LED-Arrays, vorliegen kann. Bei dem Träger handelt es sich

5 beispielsweise um eine integrierte Schaltung, insbesondere um ein Silizium IC. Das Halbleiterbauelement 10 ist derart auf dem Träger angeordnet, dass der Anschlussbereich 11 der Kontaktfläche 21 zugewandt ist. Über ein Lotmaterial 3 ist der Anschlussbereich 11 mit der Kontaktfläche 21 elektrisch

10 gekoppelt und mechanisch verbunden. Der weitere Anschluss 12 und weitere Kontakt 22 sind mit einem Spannungsmessgerät 200 und einer Stromquelle 300 gekoppelt. Wie in dem Ersatzschaltbild der Fig. 1b dargestellt ist dem Lotmaterial 3 dabei ein Widerstand R_3 , dem Halbleiterbauelement 10 ein

15 Widerstand R_{10} und dem Träger ein Widerstand R_{20} zugeordnet, die zusammen einen Serienwiderstand bilden. Eine an dem Serienwiderstand abfallende Spannung bei Einprägung eines vorgegebenen Stroms I durch die Stromquelle 300 wird bei hochohmiger Messung durch das Spannungsmessgerät 200

20 (Strom $I_u \ll I$) erfasst. Insbesondere können Strom und Spannung an dem weiteren Anschluss 12 und dem weiteren Kontakt 22 gemessen werden, um Rückschlüsse auf den Serienwiderstand zu ziehen. Der Serienwiderstand kann dann als Bewertungskriterium der Lötverbindung herangezogen

25 werden. Im Gegensatz zu dem optischen Verfahren ist durch die zusätzlichen Testleitungen jedoch ein erhöhter Verdrahtungsaufwand erforderlich, was etwa bei einer Matrixanordnung mehrerer Halbleiterbauelemente nebeneinander zu Platzproblemen führen kann, insbesondere bei

30 fortschreitender Reduktion der Pixelgröße im Falle eines LED-Arrays. Insbesondere bei Assemblierung einer LED-Matrix auf einem IC in der Auflösung von zum Beispiel 320×80 Pixel, kann ein einzelner Anodenkontakt einen Durchmesser im Bereich von

10 μm oder weniger aufweisen, während ein Kathodenkontakt vollflächig ausgeführt und damit weniger anfällig sein kann. Überdies kann eine Erhöhung des Serienwiderstandes nicht nur durch eine unzureichende Lötverbindung begründet, sondern
5 auch auf Epitaxie oder Metallisierung zurückzuführen sein, was durch Messung des Serienwiderstands nicht eindeutig feststellbar ist und dadurch die Zuverlässigkeit der Qualitätsbewertung einschränkt. Schließlich ist das beschriebene Verfahren lediglich bei Teststrukturen mit
10 niederohmigen Pfad anwendbar. Da die Lötverbindung ein besonders kritischer Punkt bei der Fertigung von aktiven Matrix LEDs ist, ist es im Zuge der Produktion notwendig die Qualität der Verbindung der beiden Lötpartner zerstörungsfrei und bei jedem Chip auf Waferlevel zu prüfen.

15 Anhand der Fig. 2a und 2b ist jeweils eine Ausführungsvariante der Kontaktfläche 21 des Trägers 20 gemäß Fig. 1a dargestellt. Die Kontaktfläche 21 kann auch als Lötpad bezeichnet werden und besteht aus einer durchgehenden
20 leitenden Fläche, die z.B. rechteckig (Fig. 2a) oder rund (Fig. 2b) ausgebildet ist.

Im Folgenden wird eine Unterteilung des Löt pads auf Seiten des IC in Segmente und/oder Abschnitte bzw. Bereiche
25 vorgeschlagen, welche nachfolgend durch das Lotmaterial 3 aufgehoben werden soll, um eine vollflächige Benetzung der Kontaktfläche 21 von einer nur partiellen Benetzung im assemblierten Zustand der LED unterscheiden zu können.

30 Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 3a und 3b jeweils eine Ausführungsvariante der Kontaktfläche 21 des Trägers 20 dargestellt, in der mehrere Ausnehmungen 1a, 1b, 1c und 1d ausgebildet sind. Die Ausnehmungen 1a-1d weisen in

diesen Ausführungsvarianten jeweils eine Kreisringabschnittform auf und sind punktsymmetrisch um einen Mittelpunkt der Kontaktfläche 21 angeordnet und durch Stege durch den Mittelpunkt aus Material der Kontaktfläche 21

5 voneinander getrennt. In anderen Ausführungsvarianten können die Ausnehmungen 1a-1d auch eine zusammenhängende Unterbrechung der Kontaktfläche bilden und beispielsweise kreisförmig oder kreisringförmig ausgebildet sein.

Insbesondere ist bzw. sind die Ausnehmung(en) derart
10 angeordnet und geformt, dass ein Wirbelstrom I_w in der Kontaktfläche 21 beeinträchtigt ist. Wie anhand der Fig. 3a, 3b schematisch verdeutlicht, ist die Kontaktfläche 21 in Stromrichtung teilweise geschlitzt, so dass sich in diesem Bereich kein Wirbelstrom ausbildet. In einem assemblierten
15 Zustand des Halbleiterbauelements 10, also wenn dieses auf dem Träger 20 angeordnet und elektrisch wie mechanisch mittels des Lotmaterials 3 mit diesem verbunden ist, kann eine Verteilung des Lotmaterial 3 auf der Kontaktfläche 21 fertigungsbedingten Schwankungen unterliegen.

20

Anhand der Fig. 4a, 4b und 5a, 5b ist für die beiden Ausführungsvarianten jeweils ein Fall der im Wesentlichen vollflächigen Benetzung der Kontaktfläche 21 durch Lotmaterial 3 (Fig. 4a, 4b) sowie der lediglich partiellen
25 Benetzung (Fig. 5a, 5b) dargestellt.

In den Fig. 4a, 4b benetzt das Lotmaterial 3 insbesondere auch einen durch die Ausnehmungen 1a-1d gebildeten leiterfreien Bereich der Kontaktfläche 21, so dass in
30 Verbindung mit dem Lotmaterial 3 eine durchgehende Leiterfläche gebildet ist, in der sich Wirbelströme I_w im Vergleich zu der bloßen Kontaktfläche gemäß Fig. 3a bzw. 3b messbar freier ausbreiten können. Bei schlechten oder gar

fehlerhaften Lötverbindungen, insbesondere wenn das Lotmaterial 3 die Ausnehmungen 1a-1d nur teilweise benetzt (Fig. 5a, 5b), können sich hingegen messbar weniger Wirbelströme I_w in der Kontaktfläche 21 und dem Lotmaterial 3 ausbreiten. Durch die vorgeschlagene Unterteilung des Löt pads ist eine aufwandarme und zerstörungsfreie Bewertung der Benetzung des Löt pads des assemblierten Bauelements im Rahmen eines Wafertest möglich.

10 Anhand Fig. 6 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anordnung 101 zur Überprüfung der Lötstelle eines Halbleiterbauelements 10 dargestellt, welches auf einem Träger 20 mit einer Kontaktfläche 21 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel angeordnet und elektrisch und mechanisch
15 mittels Lotmaterial 3 verbunden ist. Die Anordnung 101 umfasst eine Erregerspule L1 zur Erzeugung eines magnetischen Primärwechselfelds H1 sowie in der dargestellten Ausführungsvariante eine Empfängerspule L2 zur Erfassung eines magnetischen Sekundärwechselfelds H2. In anderen
20 Ausführungsvarianten kann die Anordnung 101 statt der Empfängerspule L2 auch eine Einrichtung zur Erfassung der Stromamplitude, des Phasenversatzes oder der Impedanz bei Betrieb der Erregerspule L1 aufweisen.

25 Zur Überprüfung der Lötstelle wird in einem Schritt S11 (Fig. 7) zunächst die Erregerspule L1 derart bezüglich des Trägers 20 mit dem assemblierten Halbleiterbauelement 10 angeordnet, dass ihre Wicklungen im Wesentlichen parallel zu einer Haupterstreckungsebene der Kontaktfläche 21 ausgerichtet
30 sind.

Daraufhin wird in einem Schritt S12 das magnetische Primärwechselfeld H1 erzeugt, indem eine Wechselspannung an

der Erregerspule L1 angelegt und ein mittel- bis hochfrequenter Wechselstrom eingeprägt wird. Bedingt durch dieses magnetische Primärwechselfeld werden in elektrisch leitfähigen Werkstoffen entsprechend dem Induktionsgesetz Spannungen induziert die zur Ausbildung einer Wirbelstromverteilung in der Kontaktfläche 21 und dem Lotmaterial 3 führen. Durch den Wechselstrom der Wirbelstromverteilung wird überdies ein magnetisches Sekundärwechselfeld H2 generiert, das dem magnetischen Primärwechselfeld H1 entgegenwirkt. Eine vom Lotmaterial 3 unbedeckte Ausnehmung 1a in der Kontaktfläche 21 führt dabei zur Störung der Wirbelstromverteilung.

In einem darauffolgenden Schritt S13 wird die Wirkung des magnetischen Sekundärwechselfeldes H2 erfasst. Gemäß der Ausführungsvariante der Fig. 6 kann das magnetische Sekundärwechselfeldes H2 mittels der Empfängerspule L2 erfasst werden. In anderen Ausführungsvarianten wird die Stromamplitude, des Phasenversatzes oder der Impedanz im Betrieb der Erregerspule L1 ermittelt. War der Lötprozess erfolgreich (Fig. 4a, 4b), sind die Ausnehmungen 1a-1d (Fig. 3a, 3b) überbrückt, sodass ein im Wesentlichen ungestörter Wirbelstrom I_w fließen kann. Bei unzureichenden Lötstellen (Fig. 5a, 5b) ist hingegen eine deutlich geringere Fläche verfügbar, die von dem magnetischen Primärwechselfeld H1 durchdrungen werden kann. Überdies ist eine Fläche, in der sich der Wirbelstrom I_w ausbreiten kann, reduziert, so dass das magnetische Sekundärwechselfeld H2 im Vergleich deutlich abgeschwächt bzw. eine deutlich geringere Impedanz der anregenden Spule messbar ist.

Fig. 8a zeigt eine erste Ausführungsvariante der Kontaktfläche 21 des Trägers 20 gemäß einem zweiten

Ausführungsbeispiel, in der mehrere durch den Mittelpunkt geradlinig verlaufende Ausnehmungen 1e, 1f ausgebildet sind, die die Kontaktfläche 21 in vier galvanisch voneinander getrennte Kontaktsegmente 21a, 21b, 21c und 21d gleicher
5 Größe unterteilen. Die Kontaktsegmente 21a-21d weisen in dieser Ausführungsvariante jeweils eine Kreisringabschnittform auf und sind punktsymmetrisch um einen Mittelpunkt der Kontaktfläche 21 angeordnet.

- 10 Fig. 8b zeigt eine zweite Ausführungsvariante der Kontaktfläche 21 des Trägers 20 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, in der analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel (Fig. 3a, 3b) zusätzlich zu den geradlinigen Ausnehmungen 1e, 1f gemäß Fig. 8a kreis- bzw.
15 kreisringförmige Ausnehmungen 1a-1c in der Kontaktfläche 21 ausgebildet sind, die die Kontaktsegmente 21a-21d gemäß Fig. 8a in weitere Unter-Kontaktsegmente 21a-1, 21a-2 unterteilen.

- Anhand der Fig. 8c und 9c ist analog zu den Fig. 4a, 4b, und
20 5a, 5b jeweils ein Fall der im Wesentlichen vollflächigen Benetzung der Kontaktfläche 21 durch Lotmaterial 3 sowie der lediglich partiellen Benetzung dargestellt.

- In einem zweiten Ausführungsbeispiel einer Anordnung 102 zur
25 Überprüfung der Lötstelle eines Halbleiterbauelements 10, welches auf einem Träger 20 mit einer Kontaktfläche 21 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel angeordnet und elektrisch und mechanisch mittels Lotmaterial 3 verbunden ist, weist der Träger 20 (Fig. 9) einen ersten Schalter S1, einen ersten
30 Widerstand R1, eine erste Stromquelle 301 sowie einen Versorgungsspannungsanschluss V1 und einen Masseanschluss V2 auf. Ein erstes Kontaktsegment 21a der Kontaktfläche 21 umfasst ein erstes Unter-Kontaktsegment 21a-1 und ein zweites

Unter-Kontaktsegment 21a-2, die bezüglich des Mittelpunkts der Kontaktfläche 21 in radialer Richtung benachbart sind. Ein zweites Kontaktsegment 21d ist bezüglich des Mittelpunkts der Kontaktfläche 21 um 180° punktsymmetrisch zu dem ersten Kontaktsegment 21a angeordnet und ausgebildet und bildet mit dem ersten Kontaktsegment 21a ein Kontaktpaar. Analog hierzu bilden die Kontaktsegmente 21b, 21c ein weiteres Kontaktpaar. Das erste Kontaktsegment 21a, insbesondere das in der radialen Richtung bezüglich des Mittelpunkts der Kontaktfläche 21 äußerste Unter-Kontaktsegment 21a-1, ist über den ersten Schalter S1 und dem ersten Widerstand R1 mit dem Masseanschluss V2 steuerbar koppelbar. Das zweite Kontaktsegment 21d, insbesondere das in der radialen Richtung bezüglich des Mittelpunkts der Kontaktfläche 21 äußerste Unter-Kontaktsegment, ist über die erste Stromquelle 301 mit dem Versorgungsspannungsanschluss V1 gekoppelt, die steuerbar eingerichtet ist, einen vorgegebenen Strom I1 in das zweite Kontaktsegment 21d einzuprägen. Analog hierzu weist der Träger 20 darüber hinaus einen zweiten Schalter S2, einen zweiten Widerstand R2 und eine zweite Stromquelle 302 auf, die mit dem weiteren Kontaktpaar 21b, 21c entsprechend verschaltet sind.

Zur Überprüfung der Lötstelle werden in einem Schritt S21 (Fig. 10) zunächst beide Schalter S1, S2 und Stromquellen 301, 302 derart angesteuert, dass die Kontaktsegmente 21a, 21b von dem Masseanschluss V2 getrennt (Entkopplungszustand der Schalter S1, S2) und kein Strom I1, I2 in die Kontaktsegmente 21c, 21d eingepreßt wird (ausgeschalteter Zustand der Stromquellen 301, 302).

Daraufhin wird in einem Schritt S22 die erste Stromquelle 301 in einen angeschalteten Zustand versetzt, so dass der

vorgegebene Strom I_1 in das zweite Kontaktsegment 21d eingeprägt wird. Darüber hinaus wird der erste Widerstand R_1 durch versetzen des ersten Schalters S_1 in einen Kopplungszustand mit dem ersten Kontaktsegment 21a verbunden.

5 Überdeckt das Lotmaterial 3 die Ausnehmungen 1a-1f derart, dass das erste und zweite Kontaktsegment 21a, 21d galvanisch gekoppelt sind, so stellt sich an dem zweiten Kontaktsegment 21d Massepotential ein. Ist hingegen die Lötverbindung fehlerhaft bzw. keine galvanische Verbindung zwischen dem
10 ersten und zweiten Kontaktsegment 21a, 21d vorhanden, so entspricht das Potential am zweiten Kontaktsegment 21d dem des Versorgungsspannungsanschluss V_1 .

In einem darauffolgenden Schritt S23 wird die an dem zweiten
15 Kontaktsegment 21d anliegende Spannung ermittelt und abhängig von der ermittelten Spannung überprüft, ob die Kontaktsegmente 21a, 21d galvanisch gekoppelt sind. Das Ergebnis der Überprüfung wird beispielhaft in einer nicht näher dargestellten Speichereinheit des Trägers 20 wie einem
20 Flipflop hinterlegt.

Anschließend wird in einem Schritt S24 der erste Schalter S_1 und die erste Stromquelle 301 wieder in den Entkopplungs- bzw. ausgeschalteten Zustand versetzt.

25

Daraufhin wird in einem Schritt S25 analog zu dem Schritt S22 die zweite Stromquelle 302 in den angeschalteten Zustand und der zweite Schalter S_2 in den Kopplungszustand versetzt.

30 Analog zu dem Schritt S23 wird in einem anschließenden Schritt S26 überprüft, ob die Kontaktsegmente 21b, 21c galvanisch gekoppelt sind. Das Ergebnis der Überprüfung wird beispielhaft in der Speichereinheit des Trägers 20

hinterlegt. Insbesondere kann hierzu in einem Schritt S27 eine konjunktive Verknüpfung mit dem in Schritt S23 hinterlegten Ergebnis erfolgen, beispielhaft mittels logisch „UND“, so dass das in der Speichereinheit hinterlegte

5 Ergebnis repräsentativ dafür ist, ob die entsprechenden Kontaktsegmente 21a-21d beider Kontaktpaare jeweils galvanisch gekoppelt sind. Im Rahmen eines EOL Testes kann so nachgewiesen werden, welche Ausformung die Lötverbindung aufweist.

10

Das Verfahren gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel (Fig. 9, 10) kann mit dem Verfahren gemäß dem ersten Aspekt kombiniert sein. Bevorzugt weist die Kontaktfläche 21 in diesem Zusammenhang sowohl geradlinig verlaufende Ausnehmungen 1e, 15 1f und kreis-, kreisring- oder kreisringabschnittförmige Ausnehmungen 1a-1d auf (vgl. Fig. 8b).

20

Alternativ oder zusätzlich zu der Kontaktfläche 21 des Trägers 20 kann auch der Anschlussbereich 11 Ausnehmungen 1a- 1f aufweisen. Eine Überprüfung der Lötstelle kann in diesem Fall beispielhaft mit dem Verfahren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel analog erfolgen.

25

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den

30

Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1a-1f	Ausnehmung
5	3	Lotmaterial
	10	Halbleiterbauelement
	11, 12	Anschlussbereich
	21, 22	Kontaktfläche
	21a-21d	Kontaktsegment
10	21a-1, 21a-2	Unter-Kontaktsegment
	100	System
	101, 102	Anordnung
	200	Spannungsmessgerät
	300, 301, 302	Stromquelle
15	H1, H2	Magnetfeld
	I, I _u , I _w , I1, I2	Strom
	L1, L2	Spule
	R1, R2	Widerstand
	R_3, R_10, R_20	Widerstand
20	S1, S2	Schalter
	S11-S13, S21-S27	Verfahrensschritte
	V1, V2	Versorgungsanschluss

Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement (10), aufweisend
- eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche (21), die
5 lateral derart unterbrochen ausgebildet ist, dass Material der Kontaktfläche (21) wenigstens eine Ausnehmung (1a, 1e, 1f) lateral begrenzt, wobei die Kontaktfläche (21) im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterbauelements (10) auf einem Potential liegt,
10 wobei wenigstens eine Ausnehmung (1a) lateral als Kreisring um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche (21) ausgebildet ist, und
 - wobei wenigstens eine Ausnehmung (1e, 1f) sich lateral
15 geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche (21) erstreckt, so dass die Kontaktfläche (21) durch die entsprechende Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche (21) verbunden sind.
- 20 2. System (100) umfassend einen Träger (20) zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement (10) nach Anspruch 1, wobei
- der Träger (20) einen sich lateral erstreckenden Anschlussbereich (11) aufweist,
 - 25 - die Kontaktfläche (21) zumindest stellenweise von einem Lotmaterial (3) zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung (1a, 1e, 1f) durch das Lotmaterial (3) bedeckt ist,
 - das Halbleiterbauelement (10) derart auf dem Träger (20)
30 angeordnet ist, dass die Kontaktfläche (21) dem Anschlussbereich (11) zugewandt und durch das Lotmaterial (3) mit dem Anschlussbereich (11) verbunden ist.

3. System umfassend einen Träger (20) zur Kontaktierung eines Halbleiterbauelements und ein Halbleiterbauelement (10), wobei

- 5 - der Träger (20) eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche (21) aufweist, die lateral derart unterbrochen ausgebildet ist, dass Material der Kontaktfläche (21) wenigstens eine Ausnehmung (1a, 1e, 1f) lateral begrenzt, wobei wenigstens eine Ausnehmung (1a) lateral als
10 Kreisring um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche (21) ausgebildet ist, und wobei wenigstens eine Ausnehmung (1e, 1f) sich lateral geradlinig durch den lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche (21) erstreckt, so dass die Kontaktfläche
15 (21) durch die entsprechende Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist, die nicht durch Material der Kontaktfläche (21) verbunden sind,
- die Kontaktfläche (21) zumindest stellenweise von einem Lotmaterial (3) zur elektrischen Überbrückung der
20 wenigstens einen Ausnehmung (1a, 1e, 1f) durch das Lotmaterial (3) bedeckt ist,
- das Halbleiterbauelement (10) einen Anschlussbereich (11) aufweist und derart auf dem Träger (20) angeordnet ist, dass der Anschlussbereich (11) der Kontaktfläche (21)
25 zugewandt und durch das Lotmaterial (3) mit der Kontaktfläche (21) verbunden ist.

4. System oder Halbleiterbauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, wobei das
30 Halbleiterbauelement (10) als lichtemittierende Diode ausgebildet ist.

5. System oder Halbleiterbauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei ein Verhältnis zwischen einem durch Material der Kontaktfläche (21) bedeckten Bereich und einem durch Material der Kontaktfläche (21) lateral

5 begrenztem Bereich frei von Material der Kontaktfläche (21) zwischen 1:1 und 100:1, insbesondere zwischen 2:1 und 30:1, bevorzugt zwischen 5:1 und 10:1 beträgt.

6. System oder Halbleiterbauelement nach einem der
10 vorstehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Kontaktfläche (21) lateral kreisförmig oder rechteckig ausgebildet ist.

7. System oder Halbleiterbauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6, wobei wenigstens eine
15 Ausnehmung (1a) lateral als Kreis oder Kreisringabschnitt um einen lateralen Mittelpunkt der Kontaktfläche (21) ausgebildet ist.

8. System oder Halbleiterbauelement nach einem der
20 vorstehenden Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Größe der Kontaktfläche (21) zwischen $2,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ und $2,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$, insbesondere zwischen $2,5 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$ und $1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2$ beträgt.

9. System nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 8,
25 wobei

- die Kontaktfläche (21) derart unterbrochen ist, dass die Kontaktfläche (21) wenigstens zwei Kontaktsegmente (21a, 21b) aufweist, die nicht durch Material der Kontaktfläche (21) verbunden sind, und
- 30 - die Kontaktfläche (21) von dem Lotmaterial (3) zur derartigen elektrischen Verbindung der wenigstens zwei Kontaktsegmente (21a, 21b) bedeckt ist, dass die wenigstens zwei Kontaktsegmente (21a, 21b) und der

Anschlussbereich (11) im bestimmungsgemäßen Betrieb des Halbleiterbauelements (10) auf einem Potential liegen.

10. System nach Anspruch 9, wobei

- 5 - wenigstens zwei Kontaktsegmente (21a, 21d) punktsymmetrisch bezüglich des lateralen Mittelpunkts der Kontaktfläche (21) ausgebildet sind und ein jeweiliges Kontaktpaar bilden, und der Träger (20) je Kontaktpaar:
- 10 - eine Stromquelle (301) aufweist, die mit einem ersten Versorgungsanschluss (V1) gekoppelt und eingerichtet ist, einen vorgegebenen Strom (I1) in ein erstes Kontaktsegment (21d) des jeweiligen Kontaktpaars einzuprägen, und
- 15 - einen Widerstand (R1) und einen Schalter (S1) aufweist, wobei der Widerstand (R1) mit einem zweiten Versorgungsanschluss (V2) gekoppelt und über den Schalter (S1) steuerbar mit einem zweiten Kontaktsegment (21a) des jeweiligen Kontaktpaars koppelbar ausgebildet ist.

20

11. System nach Anspruch 10, wobei

- 25 - die Kontaktfläche (21) zwischen einem und drei Kontaktpaare umfasst, insbesondere genau zwei Kontaktpaare.

25

12. Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle, bei dem ein System (100) bereitgestellt wird, das ein Halbleiterbauelement (10) und einen Träger (20) umfasst, wobei

- 30 - eines der Elemente aus Halbleiterbauelement (10) und Träger (20) eine sich lateral erstreckende Kontaktfläche (21) aufweist und das andere Element aus

Halbleiterbauelement (10) und Träger (20) einen sich lateral erstreckenden Anschlussbereich (11) aufweist,

- die Kontaktfläche (21) lateral derart unterbrochen ausgebildet ist, dass Material der Kontaktfläche (21)
5 wenigstens eine Ausnehmung (1a, 1e, 1f) lateral begrenzt,

- die Kontaktfläche (21) zumindest stellenweise von einem Lotmaterial (3) zur elektrischen Überbrückung der wenigstens einen Ausnehmung (1a, 1e, 1f) durch das Lotmaterial (3) bedeckt ist,

10 - das Halbleiterbauelement (10) derart auf dem Träger (20) angeordnet ist, dass der Anschlussbereich (11) der Kontaktfläche (21) zugewandt und durch das Lotmaterial (3) mit der Kontaktfläche (21) verbunden ist,

- ein magnetisches Primärwechselfeld (H_1) schräg zu der
15 Kontaktfläche (21) zur Induktion eines elektrischen Wirbelstroms (I_w) in der Kontaktfläche (21) und dem Lotmaterial (3) erzeugt wird,

- ein Sekundärfeldkennwert ermittelt wird, der repräsentativ ist für ein durch den elektrischen Wirbelstrom (I_w)
20 induziertes Sekundärwechselfeld (H_2), wobei

- abhängig von dem Sekundärfeldkennwert überprüft wird, ob die Kontaktfläche (21) zumindest stellenweise von einem Lotmaterial (3) so bedeckt ist, dass die wenigstens eine Ausnehmung (1a, 1e, 1f) durch das Lotmaterial (3)
25 elektrisch überbrückt ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem

- eine Erregerspule (L_1) bereitgestellt wird, mittels der das magnetische Primärwechselfeld (H_1) erzeugt wird,

30 - eine Impedanz der Erregerspule (L_1) erfasst wird, und

- abhängig von der Impedanz der Erregerspule (L_1) der Sekundärfeldkennwert ermittelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem

- eine Empfängerspule (L2) bereitgestellt wird, mittels der das induzierte Sekundärwechselfeld (H2) erfasst wird, und
- abhängig von dem erfassten Sekundärwechselfeld (H2) der Sekundärfeldkennwert ermittelt wird.

15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 12 bis 14, bei dem

- im Falle, dass der Sekundärfeldkennwert einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, die Lötstelle zwischen dem Träger (20) und dem Halbleiterbauelement (10) als hinreichend eingestuft wird, und anderenfalls als unzureichend eingestuft wird.

16. Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle, bei dem

- ein System nach einem der vorstehenden Ansprüche 10 oder 11 bereitgestellt wird, und sequentiell je Kontaktpaar:
 - die Stromquelle (301) in einen angeschalteten Zustand versetzt wird, in dem der vorgegebene Strom (I1) in ein erstes Kontaktsegment (21d) des jeweiligen Kontaktpaars eingeprägt wird, wobei die jeweilige Stromquelle (302) anderer Kontaktpaare in einen ausgeschalteten Zustand versetzt wird,
 - der Schalter (S1) in einen Kopplungszustand versetzt wird, in dem der zweite Versorgungsanschluss (V2) über den Widerstand (R1) mit einem zweiten Kontaktsegment (21a) des jeweiligen Kontaktpaars gekoppelt wird, wobei der jeweilige Schalter (S2) anderer Kontaktpaare jeweils in einen Entkopplungszustand versetzt wird,
 - ein Spannungskennwert ermittelt wird, der repräsentativ ist für eine an dem ersten und/oder zweiten

Kontaktsegment (21a, 21d) des jeweiligen Kontaktpaars anliegende Spannung, und

- abhängig von dem Spannungskennwert überprüft wird, ob die Kontaktfläche (21) zumindest stellenweise von

5 Lotmaterial (3) so bedeckt ist, dass die zwei Kontaktsegmente (21a, 21d) des jeweiligen Kontaktpaars durch das Lotmaterial (3) elektrisch überbrückt sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem

- 10 - eine Speichereinheit bereitgestellt wird, umfassend einen vorgegebenen logischen Speicherwert,

- je Kontaktpaar abhängig von dem Spannungskennwert ein logischer Wert ermittelt wird, der repräsentativ ist dafür, dass die zwei Kontaktsegmente (21a, 21d) des

15 jeweiligen Kontaktpaars durch das Lotmaterial (3) elektrisch überbrückt sind,

- je Kontaktpaar der logische Wert logisch mit dem Speicherwert verknüpft und das Ergebnis als neuer Speicherwert in die Speichereinheit geschrieben wird, und

20 - abhängig von dem Speicherwert überprüft wird, ob die zwei Kontaktsegmente (21a, 21d) jedes Kontaktpaars durch das Lotmaterial (3) elektrisch überbrückt sind.

FIG 1a

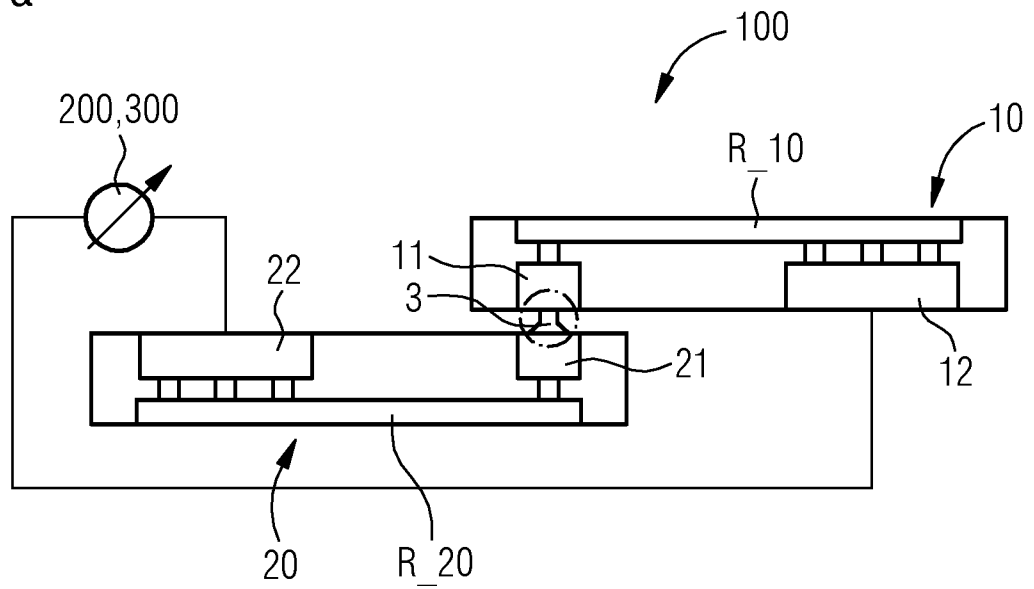


FIG 1b

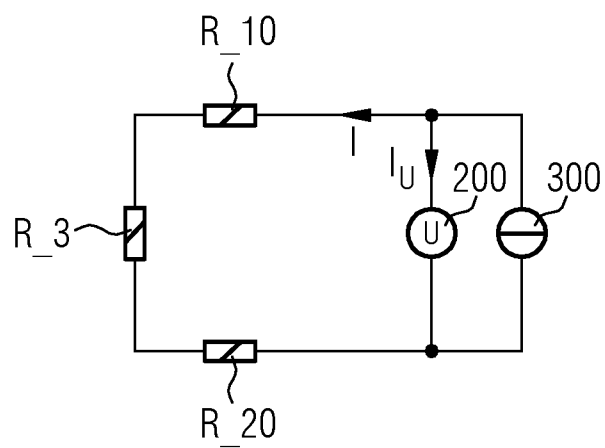


FIG 2a

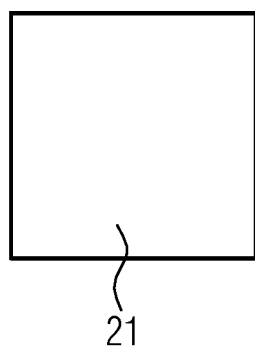


FIG 2b

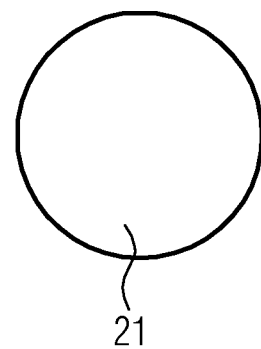


FIG 3a

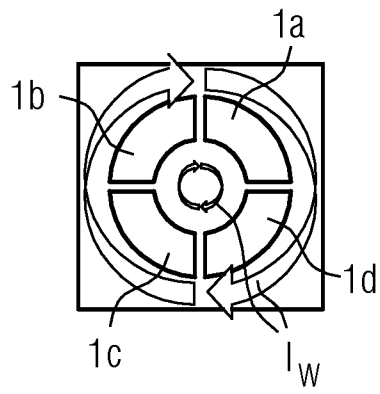


FIG 3b

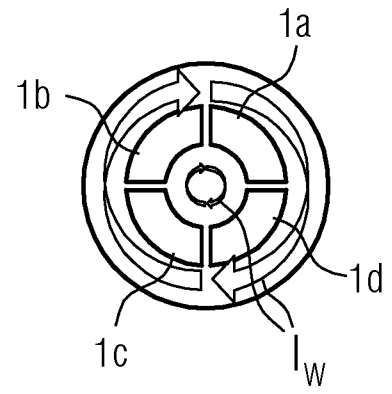


FIG 4a

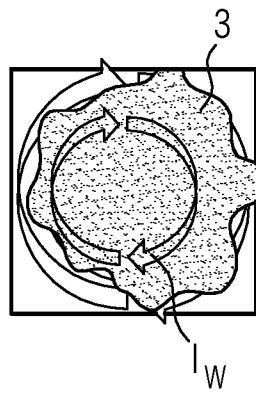


FIG 4b

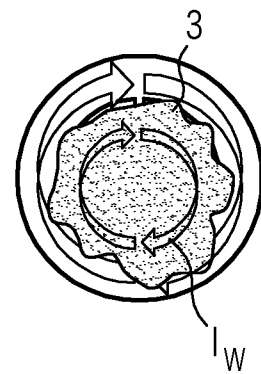


FIG 5a

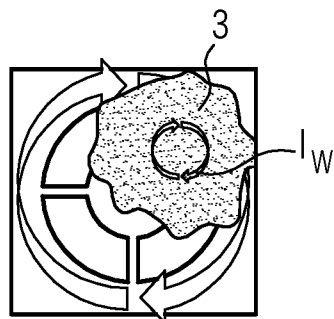


FIG 5b

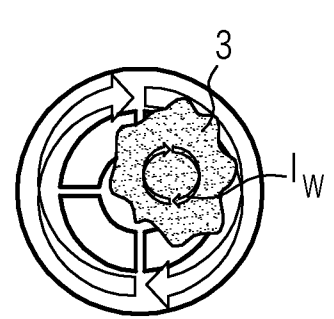


FIG 6

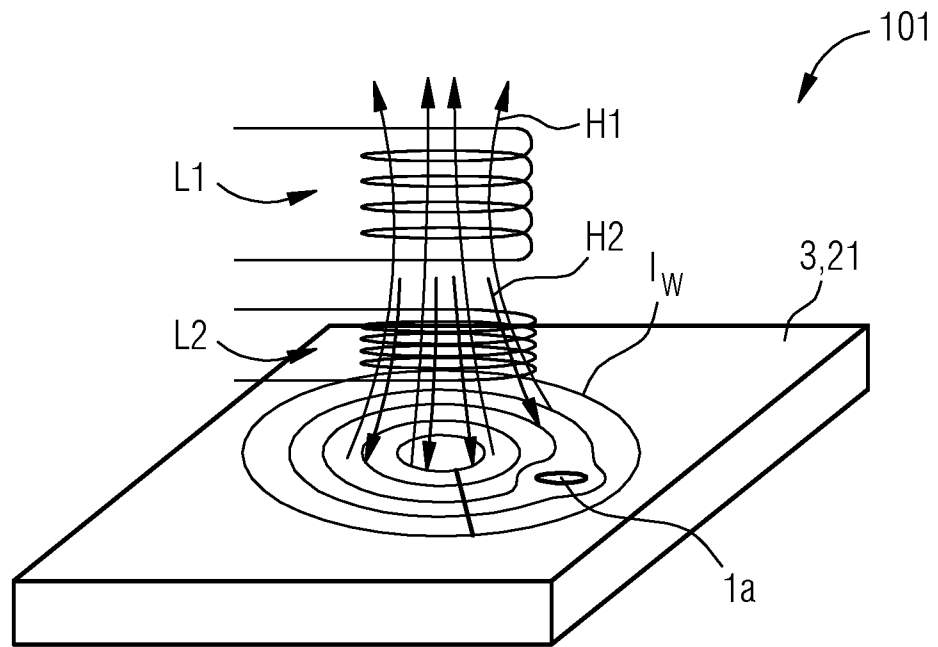


FIG 7

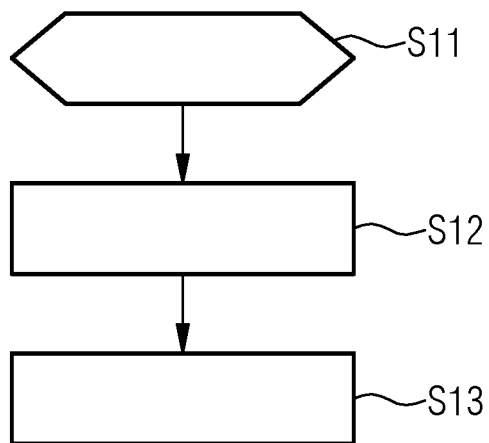


FIG 8a

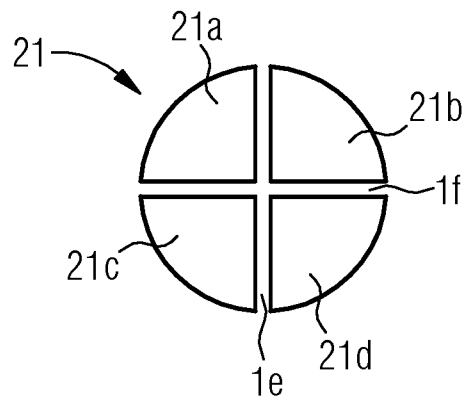


FIG 8b

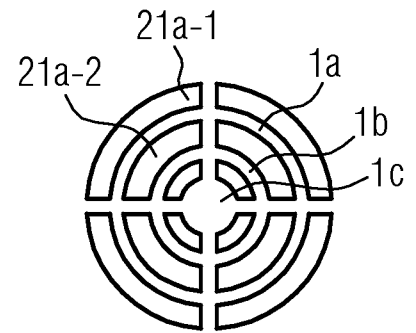


FIG 8c

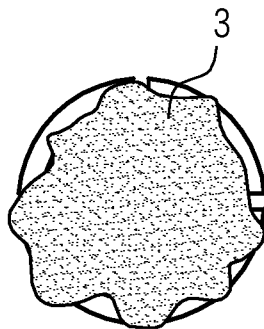


FIG 8d

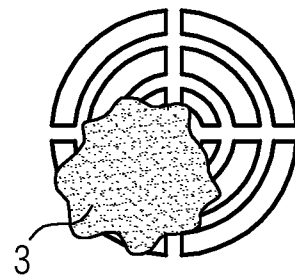


FIG 9

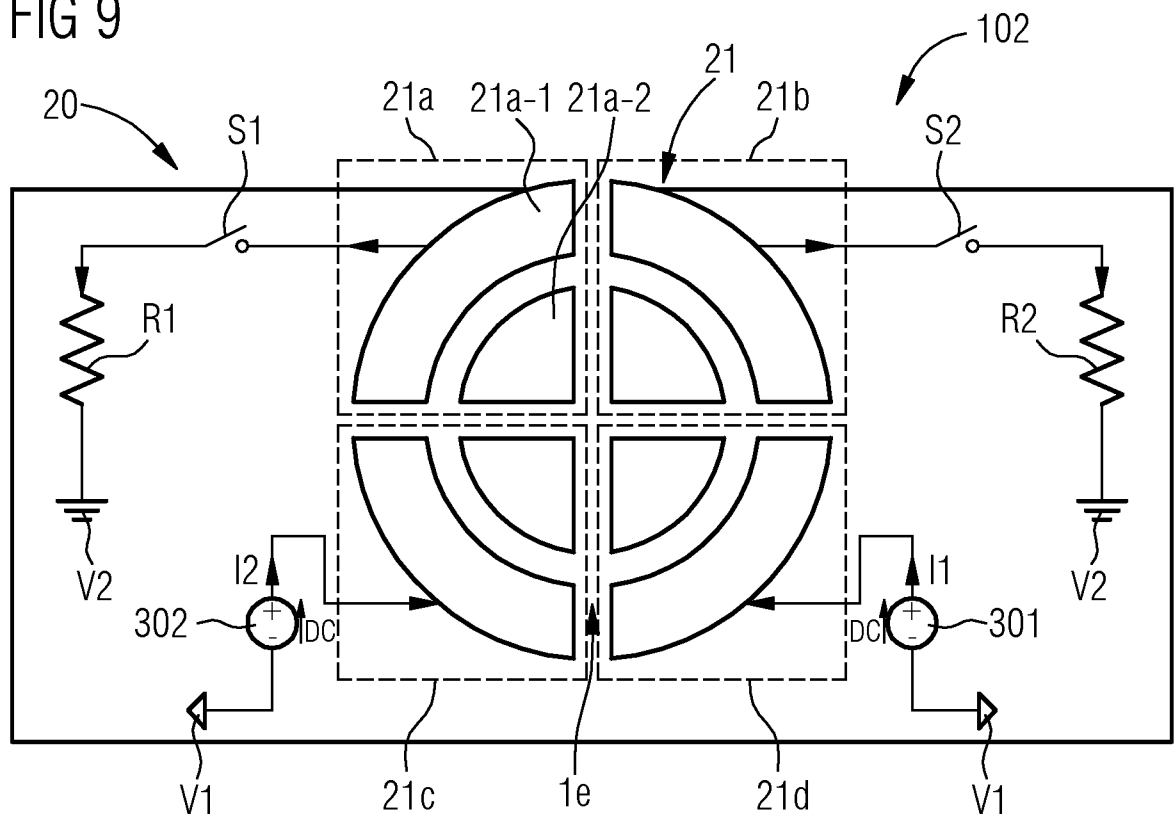
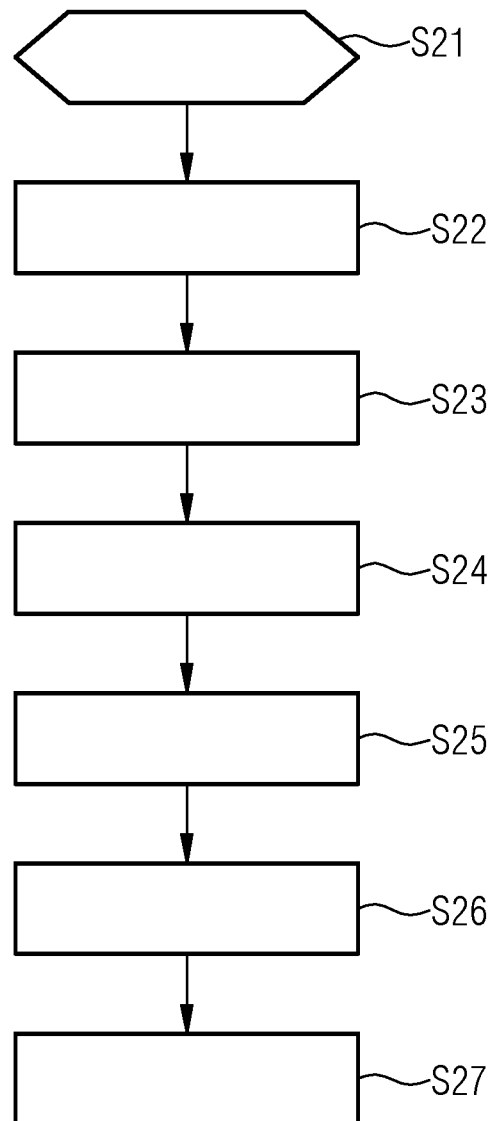


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/062679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 33/62**(2010.01)i; **H01L 23/485**(2006.01)i; **H01L 21/60**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016056118 A1 (YOON JU HEON [KR] ET AL) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0038] - [0040], [0070] - [0071]; figures 1,2 paragraphs [0082] - [0083]; figure 4A paragraphs [0111] - [0114]; figure 11B	1,2,4-6,8
X	WO 2009144608 A1 (NXP BV [NL]; ZIEREN VICTOR [NL] ET AL.) 03 December 2009 (2009-12-03) page 1, line 1 - page 2, line 25 page 2, line 25 - page 4, line 13 page 5, line 30 - page 6, line 17; figures 1d-1f page 6, line 18 - page 7, line 21; figures 1g-1k page 7, line 23 - page 8, line 11; figure 2 page 14, lines 1-29; figures 7a-7b page 16, lines 1-32; figures 8a, 8b	1,2,5-11,16,17
X	US 5787098 A (DASGUPTA SUMIT [US] ET AL) 28 July 1998 (1998-07-28) column 2, lines 15-29 column 3, line 34 - column 4, line 39; figures 3,4	1,2,5-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 July 2020

Date of mailing of the international search report

25 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Corchia, Alessandra

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/062679

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002125043 A1 (YOSHIDA YUICHI [JP]) 12 September 2002 (2002-09-12) paragraphs [0023] - [0027]; figure 1 paragraphs [0036] - [0039]; figures 5a-5f	3,6

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-11, 16, 17

System comprising a semiconductor component and a carrier, wherein either the semiconductor component or the carrier has a contact surface which is split into two halves by a straight-line recess. The two halves are coupled to different elements which allow the corresponding method (claim 16) for checking a soldering point, based on the measurement of the voltage characteristic between the two halves of the contact surface.

2. claims: 12-15

Method for checking a soldering point between a semiconductor component and a carrier, wherein either the semiconductor component or the carrier has a contact surface which is laterally interrupted by a recess. The method is based on the measurement of a secondary alternating field which is induced by a magnetic primary alternating field and a corresponding electric eddy current in the contact surface.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-11, 16, 17**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/062679

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016056118	A1	25 February 2016	KR	20160023010	A	03 March 2016
				US	2016056118	A1	25 February 2016
WO	2009144608	A1	03 December 2009	US	2011140730	A1	16 June 2011
				WO	2009144608	A1	03 December 2009
US	5787098	A	28 July 1998	NONE			
US	2002125043	A1	12 September 2002	JP	2825085	B2	18 November 1998
				JP	H1074800	A	17 March 1998
				US	2002125043	A1	12 September 2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/62 H01L23/485

ADD. H01L21/60

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/056118 A1 (YOON JU HEON [KR] ET AL) 25. Februar 2016 (2016-02-25) Absätze [0038] - [0040], [0070] - [0071]; Abbildungen 1,2 Absätze [0082] - [0083]; Abbildung 4A Absätze [0111] - [0114]; Abbildung 11B ----- -/--	1,2,4-6, 8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Juli 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/09/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Corchia, Alessandra

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/144608 A1 (NXP BV [NL]; ZIEREN VICTOR [NL] ET AL.) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 25 Seite 2, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 13 Seite 5, Zeile 30 - Seite 6, Zeile 17; Abbildungen 1d-1f Seite 6, Zeile 18 - Seite 7, Zeile 21; Abbildungen 1g-1k Seite 7, Zeile 23 - Seite 8, Zeile 11; Abbildung 2 Seite 14, Zeilen 1-29; Abbildungen 7a-7b Seite 16, Zeilen 1-32; Abbildungen 8a, 8b -----	1,2, 5-11,16, 17
X	US 5 787 098 A (DASGUPTA SUMIT [US] ET AL) 28. Juli 1998 (1998-07-28) Spalte 2, Zeilen 15-29 Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 39; Abbildungen 3,4 -----	1,2,5-9
X	US 2002/125043 A1 (YOSHIDA YUICHI [JP]) 12. September 2002 (2002-09-12) Absätze [0023] - [0027]; Abbildung 1 Absätze [0036] - [0039]; Abbildungen 5a-5f -----	3,6

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-11, 16, 17

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-11, 16, 17

System umfassend ein Halbleiterbauelement und einen Träger, wobei entweder das Halbleiterbauelement oder der Träger eine Kontaktfläche aufweist, die von einer geradlinige Ausnehmung in zwei Hälften geteilt ist. Die zwei Hälften sind mit verschiedenen Elementen gekoppelt, die das entsprechende Verfahren (Anspruch 16) zur Überprüfung einer Lötstelle ermöglichen, basiert auf die Messung des Spannungskennwert zwischen den zwei Hälften des Kontaktfläche.

2. Ansprüche: 12-15

Verfahren zur Überprüfung einer Lötstelle zwischen einem Halbleiterbauelement und einem Träger, wobei entweder das Halbleiterbauelement oder der Träger eine Kontaktfläche aufweist, die von einer Ausnehmung lateral unterbrochen ist. Das Verfahren ist basiert auf die Messung eines Sekundärwechselfeld, das durch ein magnetisches Primärwechselfeld und durch den entsprechenden elektrischen Wirbelstrom in der Kontaktfläche induziert ist.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/062679

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016056118 A1	25-02-2016	KR 20160023010 A	03-03-2016
		US 2016056118 A1	25-02-2016

WO 2009144608 A1	03-12-2009	US 2011140730 A1	16-06-2011
		WO 2009144608 A1	03-12-2009

US 5787098 A	28-07-1998	KEINE	

US 2002125043 A1	12-09-2002	JP 2825085 B2	18-11-1998
		JP H1074800 A	17-03-1998
		US 2002125043 A1	12-09-2002
