



(10) **DE 10 2012 212 087 A1** 2014.01.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 212 087.4**

(22) Anmeldetag: **11.07.2012**

(43) Offenlegungstag: **16.01.2014**

(51) Int Cl.: **H05K 3/34 (2012.01)**

H05K 13/08 (2013.01)

G01N 21/88 (2013.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Schmitt, Michael, Modugno, IT; Carle, Wolfgang,
72770, Reutlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2007 / 0 274 055 A1

JP 2010- 019 600 A

JP 2001- 085 825 A

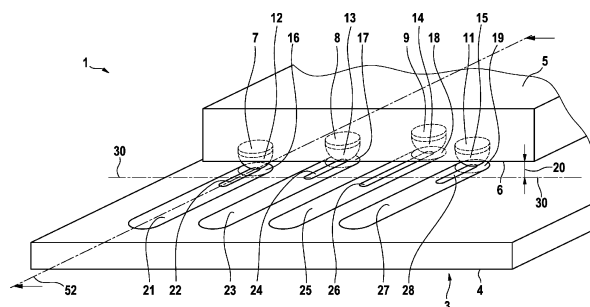
JP H05- 149 886 A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Leiterplatte mit einer Lotmittel führenden Kapillare**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Leiterplatte umfassend ein Substrat und eine mit dem Substrat verbundene elektrisch leitfähige Schicht. Bevorzugt ist durch die elektrisch leitfähige Schicht wenigstens eine Leiterbahn ausgebildet. Die Leiterplatte weist wenigstens ein Bauelement auf, wobei das Bauelement wenigstens einen elektrischen Anschluss aufweist, welcher mittels eines Lotmittels mit einem Kontaktbereich der elektrisch leitfähigen Schicht elektrisch verbunden ist. Erfindungsgemäß erstreckt sich der elektrische Anschluss des Bauelements und der Kontaktbereich wenigstens teilweise oder überwiegend oder ausschließlich zwischen dem Bauelement und dem Substrat der Leiterplatte. Die Leiterbahn weist ausgehend von dem Kontaktbereich eine das Lotmittel führende Kapillare auf, wobei sich die Kapillare über eine Begrenzung des Bauelements, insbesondere eines Gehäuses des Bauelements, hinaus erstreckt.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leiterplatte umfassend wenigstens ein Substrat und eine mit dem Substrat verbundene elektrisch leitfähige Schicht. Bevorzugt ist durch die elektrisch leitfähige Schicht wenigstens eine Leiterbahn ausgebildet. Die Leiterplatte weist wenigstens ein Bauelement auf, wobei das Bauelement wenigstens einen elektrischen Anschluss aufweist, welcher mittels eines Lotmittels mit einem Kontaktbereich der elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere der Leiterbahn, elektrisch verbunden ist.

[0002] Bei mit einer Leiterplatte mittels eines Lotmittels verbundenen Bauelementen, insbesondere BGA-Bauelementen (BGA = Ball-Grid-Array) oder LGA-Bauelementen (LGA = Land-Grid-Array), besteht das Problem, dass der elektrische Anschluss, welcher auf einer der Leiterplatte zugewandten Unterseite des Bauelements angeordnet ist und mit der elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere einer Leiterbahn mittels Löten, verbunden ist, zwischen einem Gehäuse des Bauelements und der Leiterplatte angeordnet ist. Die Lötstelle ist so durch das Gehäuse des Bauelements verdeckt. Soll die Lötstelle kontrolliert werden, so kann dies bisher nur durch eine Röntgenkontrolle erfolgen.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass sich der elektrische Anschluss des Bauelements und der Kontaktbereich wenigstens teilweise oder überwiegend oder ausschließlich zwischen dem Bauelement und dem Substrat der Leiterplatte der eingangs genannten Art erstreckt. Die Leiterbahn weist bevorzugt ausgehend von dem Kontaktbereich eine das Lotmittel führende Kapillare auf, wobei sich die Kapillare über eine Begrenzung des Bauelements, insbesondere eines Gehäuses des Bauelements, hinaus erstreckt. Bevorzugt erstreckt sich die Kapillare über eine Projektionslinie einer Projektion des Bauelements, insbesondere des Gehäuses des Bauelements, auf die Leiterplatte hinaus.

[0004] Weiter bevorzugt erstreckt sich die das Lotmittel führende Kapillare derart über die Begrenzung des Bauelements hinaus, dass das über die Begrenzung – insbesondere seitlich des Bauelements – hinausgeführte Lotmittel in einer Aufsicht auf die Leiterplatte erfasst werden kann.

[0005] Beispielsweise kann das hinausgeführte Lotmittel in einer Aufsicht mittels elektromagnetischen Strahlen, beispielsweise mittels einer Erfassungsvorrichtung, umfassend eine Kamera und einen Sender

für die elektromagnetischen Strahlen, erfasst werden. Dadurch kann vorteilhaft mittels der Erfassungsvorrichtung eine Qualitätskontrolle der Leiterplatte durchgeführt werden und in Abhängigkeit eines Erfassungsergebnisses das Vorhandensein des in der Kapillare seitlich über die Begrenzung des Bauelements hinausgeführten Lotmittels erfasst werden.

[0006] Weiter kann in Abhängigkeit des Erfassens des seitlich hinausgeführten Lotmittels ein die Qualität der Leiterplatte repräsentierendes Ausgangssignal durch die Erfassungsvorrichtung erzeugt werden, welches die Qualität der Lötstelle der Leiterplatte repräsentiert. Beispielsweise kann die Erfassungsvorrichtung ausgebildet sein, ein i.-O.-Signal (i.O. = in Ordnung) oder ein n.-i.-O.-Signal (n.i.O. = nicht in Ordnung) zu erzeugen.

[0007] Mittels der so ausgebildeten Leiterplatte kann nämlich von außen in einer Aufsicht einfach erfassbar dargestellt werden, ob die Lötstelle zwischen dem Bauelement und der Leiterplatte, welche durch das Bauelement selbst verdeckt ist, den elektrischen Anschluss des Bauelements mit der elektrisch leitfähigen Schicht elektrisch leitend verbindet. Wenn beispielsweise eine Lötperle, welche mit dem elektrischen Anschluss des Bauelements vor einem Verlöten in einem Reflow-Ofen verbunden ist, beim Verlöten in dem Reflow-Ofen nicht wie vorgesehen schmilzt und den elektrischen Anschluss mit der elektrisch leitfähigen Schicht verbindet, so kann die Kapillare auch keinen Teil des Lotmittels in geschmolzener Form durch den Kapillareffekt nach außen seitlich über die Begrenzung des Bauelements hinausführen. Das Vorhandensein des mittels der Kapillare seitlich über die Begrenzung des Bauelements hinausgeführten Lotes ist somit ein Beweiszeichen für eine zwischen dem Bauelement und der Leiterplatte befindliche, elektrisch leitfähige Lötstelle zwischen dem elektrischen Anschluss und der elektrisch leitfähigen Schicht.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kapillare durch eine sich längs erstreckende Vertiefung oder Ausnehmung in der elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere der Leiterbahn, gebildet. So kann die Kapillare vorteilhaft aufwandsgünstig mittels eines Ätzverfahrens zusammen mit der Leiterbahnstruktur der Leiterplatte erzeugt werden. Die Ausnehmung ist bevorzugt als Durchbruch ausgebildet.

[0009] Bevorzugt ist durch die sich längs erstreckende Vertiefung oder die sich längs erstreckende Ausnehmung eine Art Rinne gebildet, welche das Lotmittel mittels Kapillareffekt führen kann. Die elektrisch leitfähige Schicht ist bevorzugt eine Kupferschicht. Das Lotmittel weist bevorzugt Zinn auf. Der elektrische Anschluss des Bauelements weist bevorzugt als elektrischen Leiter Kupfer auf, weiter bevorzugt eine

Nickel, Silber oder Gold aufweisende Oberflächenschicht auf.

[0010] Bevorzugt ist die elektrisch leitfähige Schicht, insbesondere die Leiterbahn in einem die Kapillare umgebenden Bereich mit einem die Kapillare umgebenden Bereich mit einer Oberflächenspannung des Lotmittels herabsetzenden Netzmittel, insbesondere einem Lötstopp-Lack beschichtet. So kann das geschmolzene Lot vorteilhaft mittels des Kapillareffekts entlang der Vertiefung oder der Ausnehmung geführt werden, ohne durch die Oberflächenspannung an der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Schicht bzw. der Leiterbahn eine das Fortbewegen in der Vertiefung bremsende Kraft zu erfahren.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Leiterplatte erstreckt sich die Kapillare nur teilweise in den Kontaktbereich hinein. Beispielsweise kann eine Lötperle, welche an einem Anschluss des Bauelements haftet, mit einem Bereich eines äußeren Endes die Kapillare, insbesondere einen Endabschnitt der Kapillare, berühren und auf diesen aufgesetzt werden. Das Lot kann so in dem Kontaktbereich, welcher keine Kapillare aufweist, die elektrische Verbindung zwischen dem elektrischen Anschluss und der elektrisch leitfähigen Schicht bilden. Die Kapillare führt in dieser Ausführungsform nur soweit an die Lötperle heran, dass beim Aufschmelzen der Lötperle oder einer Lotpaste geschmolzenes Lot in die Kapillare hinein dringen kann und von einem Bereich des Hineindringens entlang der Kapillare in einen Außenbereich seitlich über eine Begrenzung des Bauelements – bezogen auf eine Aufsicht auf die Leiterplatte – geführt werden kann.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Leiterplatte weist die Kapillare von dem Kontaktbereich weg führend einen die Kapillarwirkung verringernden Längsabschnitt und/oder ein die Kapillarwirkung stoppendes Ende auf. So kann vorteilhaft sichergestellt werden, dass während eines Aufschmelzens des Lotes im Reflow-Ofen nur ein kleiner Teil des Lotes in der Kapillare von der Lötstelle abgesaugt wird. Auf diese Weise bleibt an der Lötstelle noch ausreichend Lot, um eine sichere, elektrisch leitfähige Lötverbindung zwischen dem elektrischen Anschluss und der elektrisch leitfähigen Schicht im Kontaktbereich zu erzeugen.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der die Kapillarwirkung verringernde Längsabschnitt durch eine Ausnehmung in der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet, die eine größere Breitenabmessung aufweist als ein zu dem Kontaktbereich führender Längsabschnitt der Kapillare. So kann die Kapillarwirkung vorteilhaft mittels einer Geometrie der Leiterbahn, bevorzugt in einer Leiterplattenebene der Leiterplatte, erzeugt sein.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform weist eine die Ausnehmung bildende Kapillare eine kleinere Breitenabmessung quer zur Längserstreckung der Kapillare auf, als eine Dickenabmessung der elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere der Leiterbahn. Dadurch kann vorteilhaft eine noch ausreichende Kapillarwirkung erzeugt werden. Bevorzugt beträgt die Breitenabmessung der Kapillare in einer Ebene der Leiterplatte zwischen 100 und 300 µm, bevorzugt 200 µm.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Substrat im Bereich der Kapillare lumineszierend ausgebildet, sodass eine von dem Substrat durch die Kapillare tretende Lumineszenzstrahlung in einer Aufsicht auf die Leiterplatte erfasst werden kann. Beispielsweise kann die Leiterplatte zum Kontrollieren einer Qualität der Lötstellen, welche zwischen dem Bauelement und der Leiterplatte angeordnet sind, mittels elektromagnetischen Strahlen, beispielsweise sichtbarem Licht bestrahlt werden. Führt die Kapillare in einem Längsabschnitt seitlich der Begrenzung des Bauelements kein Lot, so können die elektromagnetischen Strahlen durch die Kapillare hindurch bis hin zur Substratschicht vordringen, um dort auf den lumineszierend ausgebildeten Bereich des Substrates treffen. Von dort wird Lumineszenzstrahlung, insbesondere Fluoreszenzstrahlung oder Phosphoreszenzstrahlung erzeugt, welche durch die Kapillare hindurch nach außen zurück reflektiert wird. Die Lumineszenzstrahlung kann beispielsweise mittels der zuvor erwähnten Erfassungsvorrichtung oder mittels einem menschlichen Auge zur Qualitätskontrolle der Leiterplatte erfasst werden.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Substrat im Bereich der Kapillare eine von einem menschlichen Auge wahrnehmbare Farbe auf, die sich von einer Farbe der Leiterplatte, insbesondere von einer Farbe eines die Leiterplatte wenigstens teilweise bedeckenden Lötstopplackes, unterscheidet. Der Lötstopplack weist beispielsweise eine dunkle Farbe, insbesondere eine grüne Farbe auf. Die Farbe des Substrats im Bereich der Kapillare ist beispielsweise eine Signalfarbe, insbesondere gelb, rot, orange, bevorzugt als fluoreszierend ausgebildete Neonfarbe. So kann vorteilhaft bereits mittels einer Inaugenscheinnahme durch ein menschliches Auge eine Leiterplatte zu Qualitätssicherungszwecken auf fehlerhafte Lötstellen zwischen Bauelementen und der Leiterplatte kontrolliert werden.

[0017] In einer anderen Ausführungsform ist das Substrat im Bereich der Kapillare phosphoreszierend ausgebildet. So kann vorteilhaft mittels eines menschlichen Auges auch noch ein sehr schmaler offener Spalt erfasst werden, welcher kein Lotmittel führt und auf eine defekte Lötstelle unter einem Bauelement hinweist. Dazu kann die Leiterplatte nach einem Verlöten mittels beispielsweise ultravioletter elektro-

magnetischer Strahlung bestrahlt werden. Die phosphoreszierenden Substratbereiche werden dadurch zum Selbstleuchten angeregt. Wenn die Leiterplatte anschließend im Dunkeln betrachtet wird, so kann ein punktwises Aufleuchten der phosphoreszierenden Substratbereiche durch die noch offenen, nicht mit Lot gefüllten Kapillaren leicht erfasst werden.

[0018] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Verbinden wenigstens eines elektrischen Anschlusses eines Bauelements, insbesondere eines BGA- oder LGA-Bauelements, mit einer elektrisch leitfähigen Schicht in der Leiterplatte. Bei dem Verfahren wird das Bauelement, welches wenigstens einen elektrischen Anschluss auf einer der Leiterplatte zugewandten Unterseite aufweist mit der Unterseite auf eine Leiterplattenoberfläche aufgelegt. Dabei berührt ein mit dem elektrischen Anschluss verbundenes Lotmittel, insbesondere eine Lötperle oder Lotpaste, die elektrisch leitfähige Schicht.

[0019] In einem weiteren Verfahrensschritt wird die Leiterplatte zusammen mit dem Bauelement in einem Reflow-Ofen verlötet. Beim Verlöten des wenigstens einen elektrischen Anschlusses wird ein Teil des Lotmittels mittels Kapillarwirkung aus einem Raum zwischen dem Bauelement und der Leiterplatte derart herausgeführt, dass das herausgeführte Lotmittel in einer Aufsicht auf die Leiterplatte, insbesondere senkrecht auf die Leiterplatte, erfasst werden kann.

[0020] Die Erfindung wird nun im Folgenden anhand von Figuren und weiteren Ausführungsbeispielen erläutert. Weitere vorteilhafte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den in den Figuren und in den abhängigen Ansprüchen beschriebenen Merkmalen.

[0021] Die zuvor beschriebene Kombination umfassend eine Leiterplatte und wenigstens ein mit der Leiterplatte zu verbindendes oder verbundenes Bauelement wird im Folgenden auch Verbindungsanordnung genannt.

[0022] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Verbindungsanordnung mit einer Leiterplatte und einem Bauelement;

[0023] Fig. 2 zeigt einen Teil der in Fig. 1 dargestellten Verbindungsanordnung im Detail, wobei ein Lotmittel in eine Kapillare einfließt und teilweise in einer Aufsicht mittels einer Kamera erfasst oder mit einem menschlichen Auge gesehen werden kann;

[0024] Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Kapillare mit einem Längsabschnitt, welcher ausgebildet ist, einen Fluß des Lotmittels entlang der Kapillare zu stoppen;

[0025] Fig. 4 zeigt einen Teil der in Fig. 1 dargestellten Verbindungsanordnung im Detail in einer Schnitt-

darstellung, wobei ein Lotmittel in eine Kapillare eingeflossen ist und teilweise in einer Aufsicht mittels einer Kamera erfasst oder mit einem menschlichen Auge gesehen werden kann;

[0026] Fig. 5 zeigt einen Teil der in Fig. 1 dargestellten Verbindungsanordnung im Detail in einer Schnittdarstellung, wobei das Lotmittel nicht in die Kapillare eingeflossen ist und eine aus der offenen Kapillare austretende Lumineszenzstrahlung in einer Aufsicht mittels einer Kamera erfasst oder mit einem menschlichen Auge gesehen werden kann.

[0027] Fig. 1 zeigt – schematisch – ein Ausführungsbeispiel für eine Verbindungsanordnung **1**. Die Verbindungsanordnung **1** umfasst eine Leiterplatte **3**, wobei die Leiterplatte **3** eine Substratschicht **4** und eine elektrisch leitfähige Schicht aufweist. Die elektrisch leitfähige Schicht ist in diesem Ausführungsbeispiel bereits mittels Ätzen in elektrisch leitfähige Leiterbahnen **21**, **23**, **25** und **27** geformt. Die Leiterbahn **21** weist eine sich längs erstreckende Ausnehmung auf, durch welche eine Kapillare **22** erzeugt ist. Die Leiterbahn **23** weist eine Kapillare **24** auf, die Leiterbahn **25** weist eine Kapillare **26** auf und die Leiterbahn **27** weist eine Kapillare **28** auf. Die Kapillaren **24**, **26** und **28** sind jeweils als sich längererstreckende Ausnehmungen ausgebildet.

[0028] Die Leiterbahn **21** weist im Bereich eines Endabschnitts einen Kontaktbereich **16** auf, welcher einen Landebereich für einen elektrischen Anschluss **7** eines elektronischen Bauelements **5**, beispielsweise einen Mikroprozessor bildet. Der elektrische Anschluss **7** ist in diesem Ausführungsbeispiel mit einem Lotmittel **12** verbunden, welches in diesem Ausführungsbeispiel als Lotperle ausgebildet ist. Das Bauelement **5** weist auch einen elektrischen Anschluss **8** mit einem Lotmittel **13**, einem elektrischen Anschluss **9** mit einem Lotmittel **14** und einen elektrischen Anschluss **11** mit einem Lotmittel **15** auf. Die Leiterbahn **23** weist im Bereich eines Endes den Kontaktbereich **17** auf, wobei der Kontaktbereich **17** dem elektrischen Anschluss **8** gegenüberliegend angeordnet ist. Die Leiterbahn **25** weist im Bereich eines Endes einen Kontaktbereich **18** auf und die Leiterbahn **27** weist im Bereich eines Endes einen Kontaktbereich **19** auf. Das Bauelement **5** weist die elektrischen Anschlüsse **7**, **8**, **9** und **11** an einer Unterseite des Bauelements auf, welche einer Oberfläche der Leiterplatte **3**, auf welcher die Leiterbahnen **21**, **23**, **25** und **27** angeordnet sind, gegenüberliegt. Die Unterseite des Bauelements **5** ist mittels eines Abstandes **20** von der Oberseite der Leiterplatte **3** beabstandet. Die Lotmittel **12**, **13**, **14** und **15** setzen jeweils auf den Landebereich der jeweils gegenüberliegenden Leiterbahn auf, wobei der Landebereich durch den jeweiligen Kontaktbereich der Leiterbahn gebildet ist. Die Kapillare **22** reicht in den Kontaktbereich **16** hinein, die Kapillare **24** reicht in den Kontaktbereich **17**

und die Kapillare **28** reicht in den Kontaktbereich **19** hinein. Die Kapillaren **22**, **24**, **26** und **28** erstrecken sich jeweils beginnend von dem jeweiligen Kontaktbereich in einer Leiterplattenebene der Leiterplatte **3** über eine Begrenzung **6** des Bauelements **5** hinaus, welche in einer Projektion des Bauelements **5** auf die zuvor genannte Oberfläche der Leiterplatte **3** trifft.

[0029] Wenn die Lotmittel **12**, **13**, **14** und **15** beim Erwärmen der Verbindungsanordnung **1** in einem Reflow-Lötofen schmelzen, kann ein Teil der Lotmittel von den jeweiligen Kapillaren aufgenommen und entlang einer Längserstreckung der Kapillare über die Projektionslinie **30** der Begrenzung **6** des Bauelements **5** hinausgeführt werden. Dies ist im Folgenden in **Fig. 2** näher detailliert dargestellt.

[0030] **Fig. 2** zeigt – schematisch – einen Abschnitt der in **Fig. 1** bereits gezeigten Leiterplatte **3**. Dargestellt ist ein Abschnitt des Substrates **4**, welches beispielsweise als faserverstärktes Epoxidharz gebildet ist. Dargestellt ist auch die elektrisch leitfähige Schicht, insbesondere die Leiterbahn **21**, welche eine die Kapillare **22** bildende, sich längs erstreckende Ausnehmung aufweist. Der in **Fig. 1** bereits dargestellte Anschluss **7** des Bauelements **5** ist mit dem Lotmittel **12** verbunden und setzt auf den Kontaktbereich **16** der Leiterbahn **21** auf. Ein Teil des Lotmittels **12** ist bereits entlang der Längserstreckung der Kapillare **22** als geschmolzenes und von der Kapillare **22** aufgenommenes Lotmittel **12'** von der Kapillare **22** aufgenommen worden. Das Lotmittel **12'** ist bereits über die Projektionslinie **30** hinaus geflossen und kann so in einer Aufsicht auf die Leiterplatte **3** erfasst werden. Die Leiterbahn **21** ist im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** teilweise, ausgenommen des Landebereichs **16**, mit einer Schicht Lötstopplack **33** beschichtet. Der Lötstopplack **33** bewirkt eine Reduzierung der Oberflächenspannung des geschmolzenen Lotmittels **12'**, so dass das geschmolzene Lotmittel **12'** leicht in die Kapillare **22** hineingezogen werden kann.

[0031] **Fig. 3** zeigt – schematisch – eine Variante für eine Leiterbahn **36** mit einer Kapillare **29**, welche von dem Kontaktbereich **16** wegführend einen die Kapillarwirkung verringernden Längsabschnitt **32** aufweist. Der Längsabschnitt **32** ist dadurch gebildet, dass die Kapillare quer zu ihrer Längserstreckung eine größere Breitenabmessung aufweist als im Bereich der Kapillare **29**, der den Längsabschnitt **31** bildet.

[0032] **Fig. 4** zeigt – schematisch – einen Abschnitt der in **Fig. 1** dargestellten Verbindungsanordnung mit dem Bauelement **5** und der Leiterplatte **3**, welche jeweils abschnittsweise dargestellt sind. **Fig. 4** zeigt die in **Fig. 1** dargestellte Verbindungsanordnung **1** entlang einer in **Fig. 1** dargestellten Schnittlinie **52** in einer Schnittdarstellung.

[0033] Dargestellt ist auch die Projektionslinie **30** einer Projektion der Begrenzung **6** des Bauelements **5** auf die Leiterplatte **3**. Die in **Fig. 1** dargestellte Kapillare **22** ist mit einem Teil **12'** des Lotmittels **12** vollständig in Längsrichtung der Kapillare **22** ausgefüllt. Sichtbar ist, dass die Kapillare **22** sich in den Kontaktbereich **16** hinein erstreckt. Der Teil **12'** des Lotmittels **12**, welcher in die Kapillare **22** hinein gesaugt worden ist, zeigt an, dass das Lotmittel **12** geschmolzen ist und den elektrischen Anschluss **13** des Bauelements **5** mit der Leiterbahn **21** verbunden hat.

[0034] **Fig. 5** zeigt – schematisch – ein Ausführungsbeispiel für einen Teil der in **Fig. 1** bereits dargestellten Verbindungsanordnung, wobei das Lotmittel **12** nicht geschmolzen ist und die Leiterbahn **21** nicht kontaktiert. Der Kontaktbereich **16** der Leiterbahn **21** wird demnach nicht von dem elektrischen Anschluss **13** mittels des Lotmittels **12** kontaktiert.

[0035] Die Leiterplatte **3**, insbesondere ein Substrat **4** der Leiterplatte **3** weist in diesem Ausführungsbeispiel im Bereich der Kapillare **22** eine lumineszierend ausgebildete Lumineszenzschicht **50** auf. Die Lumineszenzschicht **50** ist ausgebildet, in Abhängigkeit einer auf die Lumineszenzschicht **50** eintreffenden elektromagnetischen Strahlung **44** eine Lumineszenzstrahlung **45** auszusenden. Dargestellt ist auch eine Erfassungsvorrichtung **40**, welche eingangsseitig mit einem Detektor **42** für die Lumineszenzstrahlen **45** und mit einem Sender **43** für elektromagnetische Strahlen **44** verbunden ist. Der Sender **43** für die elektromagnetischen Strahlen **44** ist ausgebildet, die elektromagnetischen Strahlen **44** zu erzeugen und in Richtung der Leiterplatte **3** auszusenden. Der Detektor **42** ist ausgebildet und angeordnet, die Lumineszenzstrahlen **45** in einem Erfassungsbereich **41** zu empfangen und ein Ausgangssignal, insbesondere einen die Verbindungsanordnung repräsentierenden Bilddatensatz zu erzeugen, wobei das Ausgangssignal die Lumineszenzstrahlen **45** bzw. ein Abbild der Verbindungsanordnung repräsentiert. Die Erfassungsvorrichtung **40** ist ausgangsseitig mit einem Display **54**, insbesondere einem TFT-Display (TFT = Thin-Film-Transistor) verbunden. Die Erfassungsvorrichtung **40** ist ausgebildet, in Abhängigkeit des von dem Detektor **42** empfangenen Ausgangssignals eine Bildmustervergleich anhand abgespeicherter Bildmuster durchzuführen und in Abhängigkeit eines Vergleichsergebnisses des Bildmustervergleichs ein Ergebnissignal zu erzeugen und dieses ausgangsseitig auszugeben und an das Display **54** zu senden. Das Display **54** zeigt in diesem Ausführungsbeispiel ein n.-i.-O.-Signal als Ergebnissignal, repräsentiert durch den Schriftzug "Fehler", was einem Benutzer der Erfassungsvorrichtung signalisiert, dass das Lotmittel **12** – anders als in **Fig. 4** dargestellt – nach einem Erwärmen der Verbindungsanordnung in einem Reflow-Lötofen nicht ordnungsgemäß

geschmolzen ist und den elektrischen Anschluss **13** nicht mit der Leiterbahn **21** elektrisch verbunden hat.

[0036] Die Erfassungsvorrichtung **40** weist beispielsweise einen Mikrocomputer oder einen Mikrocontroller auf. Die Erfassungsvorrichtung **40** ist beispielsweise ausgebildet, die fehlerhafte oder korrekte Lötverbindung zwischen dem elektrischen Anschluss **13** und der Leiterbahn **21** in Abhängigkeit des eingangsseitig empfangenen Bilddatensatzes zu erfassen und dazu eine Bilddatenverarbeitung, insbesondere den Bildmustervergleich, durchzuführen, und in Abhängigkeit des Erfassungsergebnisses ein i.-O.-Signal oder n.-i.-O.-Signal zu erzeugen und ausgangsseitig auszugeben.

Patentansprüche

1. Leiterplatte (**3**) umfassend wenigstens ein Substrat (**4**) und eine mit dem Substrat (**4**) verbundene elektrisch leitfähige Schicht, wobei durch die elektrisch leitfähige Schicht wenigstens eine Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**) ausgebildet ist, und die Leiterplatte (**3**) wenigstens ein Bauelement (**5**) mit wenigstens einem elektrischen Anschluss (**7, 8, 9, 11**) aufweist, wobei der elektrische Anschluss (**7, 8, 9, 11**) mittels eines Lotmittels (**12, 13, 14, 15**) mit einem Kontaktbereich (**16, 17, 18, 19**) der Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**) elektrisch verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Anschluss (**7, 8, 9, 11**) des Bauelements (**5**) und der Kontaktbereich (**16, 17, 18, 19**) sich wenigstens teilweise zwischen einem Bauelement (**5**) und dem Substrat (**4**) der Leiterplatte (**3**) erstreckt, und die Leiterbahn (**21, 23, 25, 27**) ausgehend von dem Kontaktbereich (**16, 17, 18, 19**) eine das Lotmittel (**12, 13, 14, 15**) führende Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) aufweist, welche über eine Begrenzung (**6**) des Bauelements (**5**), insbesondere eine Projektionslinie (**30**) einer Projektion des Bauelements (**5**) auf die Leiterplatte (**3**), hinauserstreckt.
2. Leiterplatte (**3**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) durch eine sich längserstreckende Vertiefung oder Ausnehmung in der Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**) gebildet ist.
3. Leiterplatte (**3**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**) in einem die Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) umgebenden Bereich mit einem eine Oberflächenspannung des Lotmittels herabsetzenden Netzmittel, insbesondere einem Lötstopp-Lack (**33**) beschichtet ist.
4. Leiterplatte (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) sich nur teilweise in den Kontaktbereich (**16, 17, 18, 19**) hineinerstreckt.
5. Leiterplatte (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) von dem Kontaktbereich (**16, 17, 18, 19**) wegführend einen die Kapillarwirkung verringern den Längsabschnitt (**32**) und/oder ein die Kapillarwirkung stoppendes Ende aufweist.
6. Leiterplatte (**3**) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Längsabschnitt (**32**) durch eine Ausnehmung in der elektrisch leitfähigen Schicht gebildet ist, die eine größere Breitenabmessung aufweist als ein zum Kontaktbereich führender Längsabschnitt (**31**) der Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**).
7. Leiterplatte (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Ausnehmung bildende Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) eine kleinere Breitenabmessung quer zur Längserstreckung der Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) aufweist als eine Dickenabmessung der elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere der Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**).
8. Leiterplatte (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (**3, 50**) im Bereich der Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) luminiszierend ausgebildet ist, so dass eine von dem Substrat (**3, 50**) durch die Kapillare (**22, 24, 26, 28, 29**) tretende Lumineszenzstrahlung (**45**) in einer Aufsicht auf die Leiterplatte (**3**) erfasst werden kann.
9. Leiterplatte (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat (**3**) im Bereich der Kapillare (**22**) eine von einem menschlichen Auge wahrnehmbare Farbe aufweist, die sich von einer Farbe der Leiterplatte, insbesondere von einer Farbe eines die Leiterplatte wenigstens teilweise bedeckenden Lötstopp-Lackes (**33**) unterscheidet.
10. Verfahren zum Verbinden wenigstens eines elektrischen Anschlusses (**7, 8, 9, 11**) eines Bauelements (**5**), insbesondere Ball-Grid-Array- oder Land-Grid-Array-Bauelements, mit einer elektrisch leitfähigen Schicht, insbesondere Leiterbahn (**21, 23, 25, 27, 36**) einer Leiterplatte (**3**), bei dem der wenigstens eine elektrische Anschluss (**7, 8, 9, 11**) auf einer der Leiterplatte (**3**) zugewandten Unterseite des Bauelements (**5**) ausgebildet ist, und der wenigstens eine elektrische Anschluss (**7, 8, 9, 11**) mit einem Lotmittel (**12, 13, 14, 15**), insbesondere Lotperle verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Verlöten des wenigstens einen elektrischen Anschlusses (**7, 8, 9, 11**) ein Teil des Lotmittels (**12, 13, 14, 15**) mittels Kapillarwirkung aus einem Raum zwischen dem Bauelement (**5**) und der Leiterplatte (**3**) derart herausgeführt wird, dass das herausgeführte Lotmittel (**12'**) in einer

Aufsicht auf die Leiterplatte (3), insbesondere Senkrecht auf die Leiterplatte (3), erfasst werden kann.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

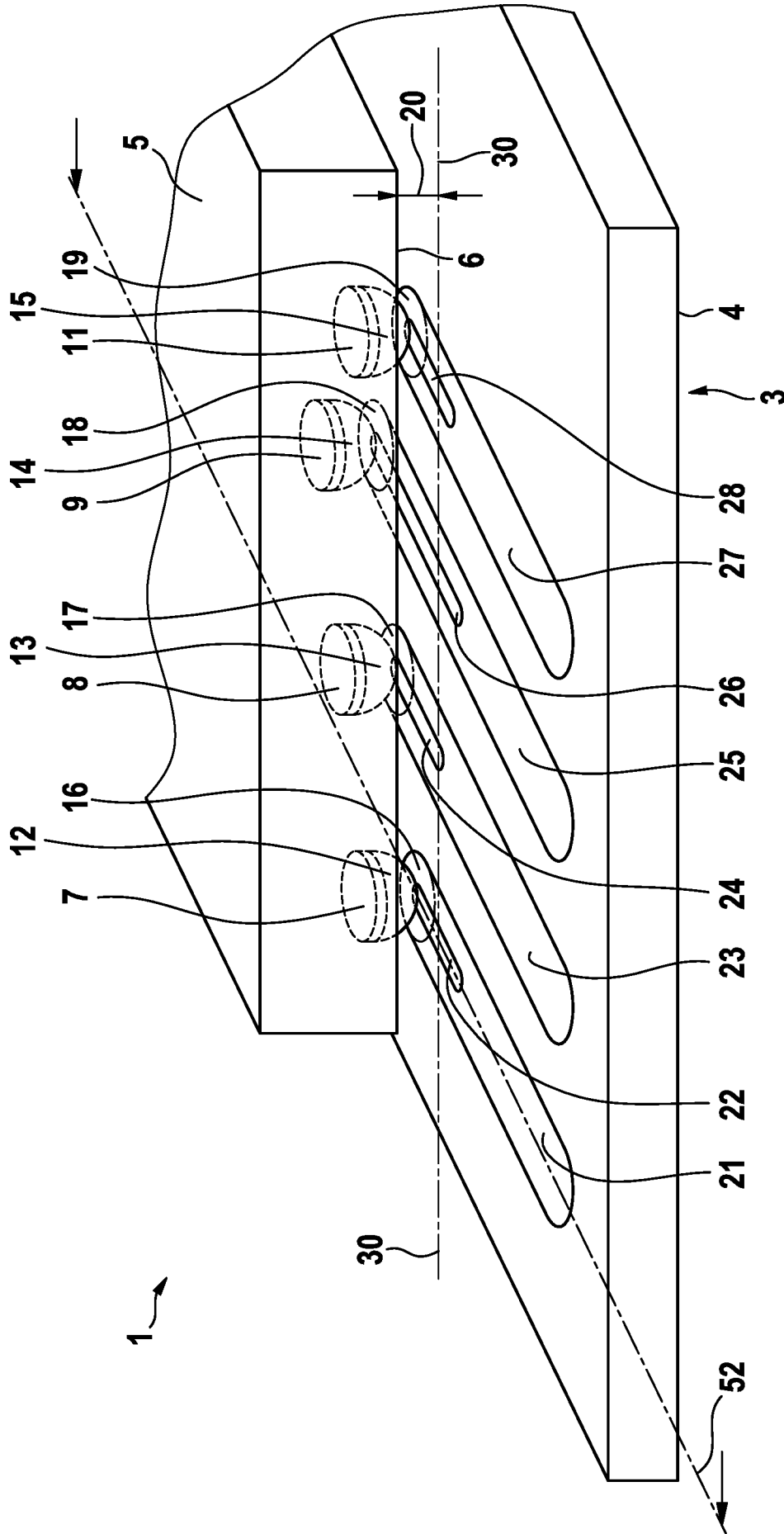


FIG. 1

FIG. 2

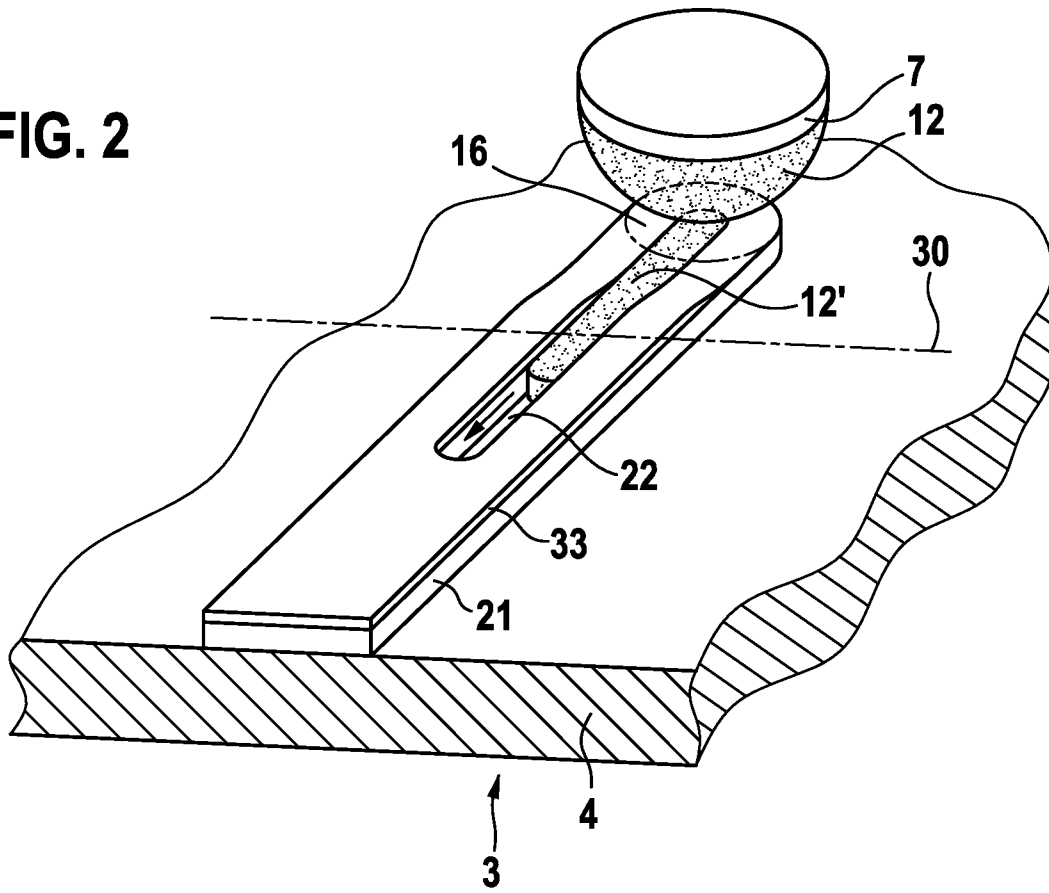


FIG. 3

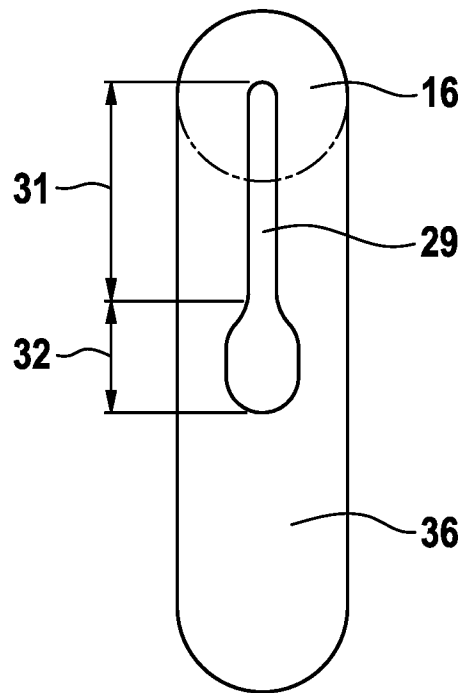


FIG. 4

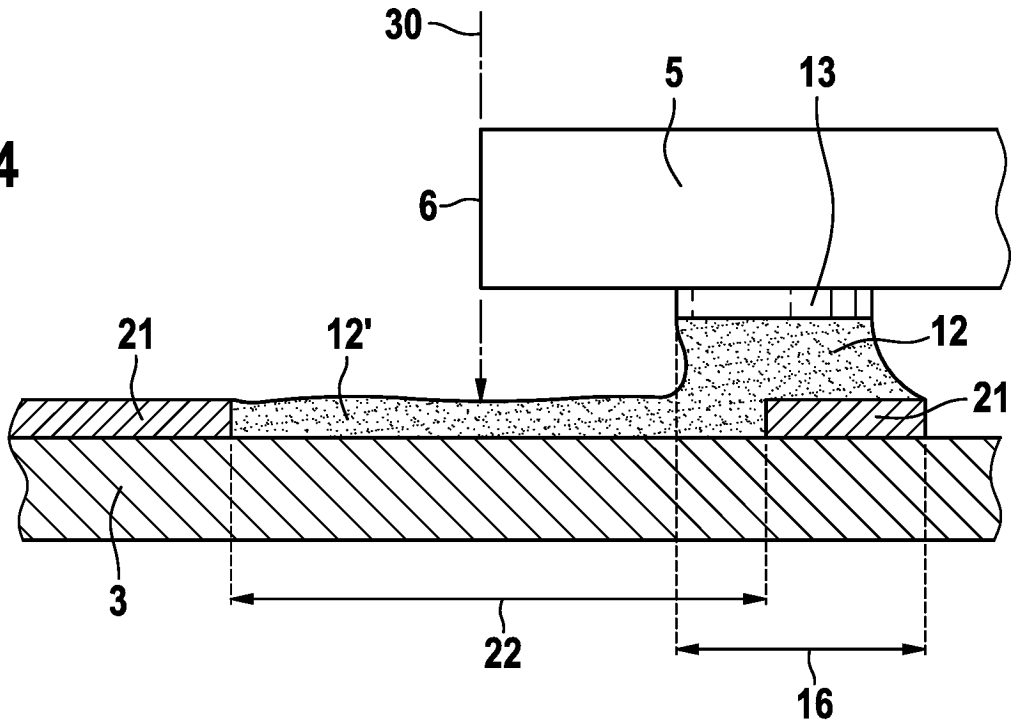


FIG. 5

