

(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
07. Dezember 2017 (07.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/207272 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 3/047 (2006.01) *B23K 1/008* (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01) *H05K 3/34* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/061806

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. Mai 2017 (17.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 110 040.4

31. Mai 2016 (31.05.2016) DE

(71) Anmelder: **ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG**
[DE/DE]; Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder: **HIPPIN, Christoph**; Niederholzstr. 6, 79639
Grenzach (DE).

(74) Anwalt: **ANDRES, Angelika**; Colmarer Str. 6, End-
ress+Hauser (Deutschland) AG+Co. KG, 79576 Weil am
Rhein (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: PRODUCTION LINE FOR SOLDERING

(54) Bezeichnung: FERTIGUNGSLINIE ZUM LÖTEN

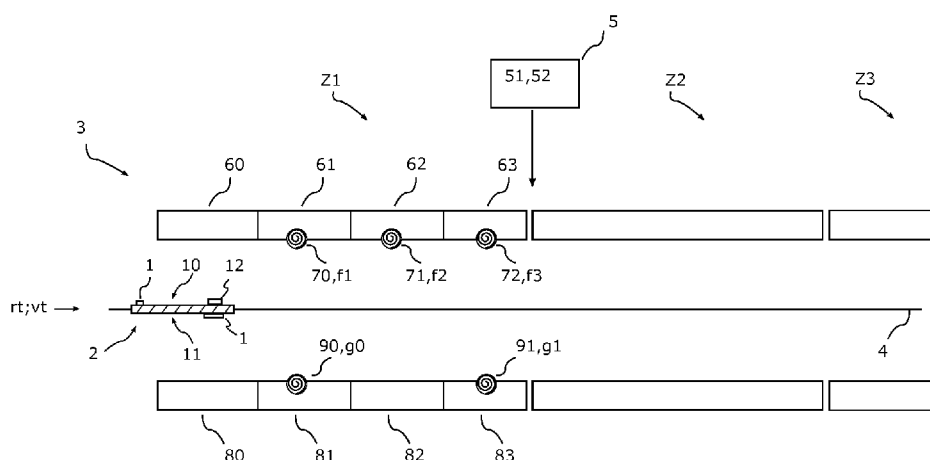


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a production line for soldering components (1) onto a printed circuit board (2), comprising: a soldering furnace (3) with at least two temperature zones (Z1, Z2,...), in which there is a predetermined temperature profile (Tp), a transporting device (4), which is designed to transport the printed circuit boards (2) through the temperature zones (Z1, Z2,...) of the soldering furnace (3) in a transporting direction (Rt), and also a control device (5); wherein, in at least one temperature zone (Z1; Z2,...), at least two heating elements (60, 61,...) are designed and arranged in such a way that a surface (10) to be soldered of the printed circuit boards (2) transported through the soldering furnace (3) is heated by the heating elements (60, 61,...), wherein the heating elements (60, 61,...) are arranged offset one behind the other in the transporting direction (Rt) and are facing the surface (10) to be soldered, wherein, in at least one of the temperature zones (Z1; Z2,...), at least two fans (70, 71,...) are provided, arranged offset one behind the other in the transporting direction (Rt) and facing the surface (10) to be soldered, and wherein the control device (5) is designed for activating the heating elements (60, 61,...) and the fans (70, 71,...) in such a way that the predetermined temperature profile (Tp) is obtained on the surface (10) to be soldered of the printed circuit board (3) in the temperature zones (Z1; Z2,...).

(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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fertigungslinie zum Löten von Bauteilen (1) auf eine Leiterplatte (2), umfassend: einen Lötoven (3) mit mindestens zwei Temperaturzonen (Z1,Z2,...), in denen ein vorgegebenes Temperaturprofil (Tp) herrscht, eine Transportvorrichtung (4), die dazu ausgestaltet ist, die Leiterplatten (2) durch die Temperaturzonen (Z1,Z2,...) des Lötovens (3) in einer Transportrichtung (Rt) zu transportieren, sowie eine Steuereinrichtung (5); wobei in zumindest einer Temperaturzone (Z1;Z2;...) mindestens zwei Heizelemente (60,61,...) so ausgestaltet und/oder angeordnet sind, dass eine zu verlötende Oberfläche (10) der durch den Lötoven (3) transportierten Leiterplatten (2) von den Heizelementen (60,61,...) geheizt wird, wobei die Heizelemente (60,61,...) in Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt angeordnet und der zu verlötenden Oberfläche (10) zugewandt sind, wobei in zumindest einer der Temperaturzonen (Z1;Z2;...) zumindest zwei in Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt angeordnete und der zu verlötenden Oberfläche (10) zugewandte Lüfter (70,71,...) vorgesehen sind, und wobei die Steuereinrichtung (5) dazu ausgestaltet ist, die Heizelemente (60,61,...) und die Lüfter (70,71,...) so anzusteuern, dass an der zu verlötenden Oberfläche (10) der Leiterplatte (3) das vorgegebene Temperaturprofil (Tp) in den Temperaturzonen (Z1;Z2;...) vorliegt.

Fertigungslinie zum Löten

Die Erfindung betrifft eine Fertigungslinie zum Löten von Bauteilen auf mindestens einer Oberfläche einer Leiterplatte.

5

Beim Löten handelt es sich um ein thermisches Verfahren, mit dem eine stoffschlüssige Fügeverbindung mittels eines Verbindungsmaterials oder Lots, üblicherweise in Form einer leicht schmelzbaren Metalllegierung, erhalten wird. Die vorliegende Anmeldung bezieht sich auf das Reflow-Löten und insbesondere auch das Backside-Reflow Löten. Zusammen mit dem Wellenlöten sowie dem Selektivlöten (einer Variante des Wellenlötens) wird dieses Lötverfahren am Häufigsten eingesetzt und ist prinzipiell aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt. Die mit diesen Lötverfahren hergestellten Leiterplatten werden in unterschiedlichen Ausgestaltungen in den von der Endress+Hauser Gruppe hergestellten Messgeräten eingesetzt. Die Wahl des verwendeten Lötverfahrens richtet sich dabei in der Regel nach der Art der auf der Leiterplatte angeordneten und zu verlötenden Bauteile.

Beispielsweise werden häufig oberflächen-montierbare Bauteile, so genannte 'Surface Mounted Devices' bzw. SMD-Bauteile eingesetzt, welche mit dem Reflow-Lötverfahren verlötet werden. SMD-Bauteile benötigen keine Leiterplattenlöcher zur Montage, sondern werden mit ihren Kontakten direkt an vorgesehenen Anschlüssen aufgelötet. SMD-Bauteile werden mit Bestückungsautomaten maschinell auf mit Lotpaste versehene Kontakte auf der Leiterplatte platziert und gemeinsam in einem einzigen Reflow-Prozess aufgelötet. Dabei können SMD-Bauteile auf beiden Oberflächen der Leiterplatte angebracht werden, indem zunächst die erste Oberfläche mit den entsprechenden Bauteilen bestückt wird. Die SMD-Bauteile werden dort verlötet; anschließend wird die Leiterplatte gewendet und dann die zweite Oberfläche auf die gleiche Weise mit den entsprechenden SMD Bauteilen versehen. Ein Großteil der elektronischen Bauteile ist als SMD-Bauteile erhältlich, was zu einer erheblichen Reduktion der Herstellungskosten führt. Neben den SMD Bauteilen gibt es noch eine Vielzahl von speziellen Bauteilen, die bedingt durch ihre Funktion größere Abmessungen aufweisen. Diese Bauteile sind bevorzugt als Through Hole Technology-Bauteile – kurz THT-

Bauteile ausgebildet. THT-Bauteile weisen stiftförmige Anschlussdrähte auf, die durch metallisierte Anschlussbohrungen in der Leiterplatte hindurch gesteckt werden. THT Bauteile werden typischerweise in einem Wellenlötverfahren verlötet. Dabei wird die Leiterplatte über eine sogenannte Lotwelle gefahren. Die Lotwelle wird dadurch erzeugt, dass flüssiges Lot, das sich in einem beheizbaren Tiegel befindet, durch einen schmalen Spalt gepumpt wird.

Um THT-Bauteile in einen durch eine große Anzahl von SMD-Bauteilen dominierten Herstellungsprozess einzubinden, wird vorzugsweise das unter der Bezeichnung Backside-Reflow Lötten bekannt gewordene Verfahren verwendet werden; Beispiele dazu sind in der Patentschrift DE 102 11 647 B4 beschrieben. Dabei werden auf der ersten Oberfläche der Leiterplatte SMD-Bauteile und THT-Bauteile sowie auf der zweiten Oberfläche der Leiterplatte SMD-Bauteile angeordnet. Anschließend werden die auf der ersten Oberfläche angeordneten THT-Bauteile über Kopf von der zweiten Oberfläche der Leiterplatte her zusammen mit den auf der zweiten Oberfläche angeordneten SMD-Bauteilen in einem Arbeitsgang in einem Reflow-Prozess verlötet. Dadurch ermöglicht das Backside-Reflow Verfahren, beidseitig mischbestückte Leiterplatten mit SMD- und THT- Bauteilen kostengünstig herzustellen.

Um mit den Anforderungen von Schwermetall-begrenzenden Normen und Verordnungen konform zu sein, sollten letztendlich jegliche Rückstände von Blei im Messgerät vermieden werden. Aus diesem Grund werden in zunehmenden Maße bleifreie Lote bzw. Lotpasten verwendet. Bei bleifreien Lotpasten ist die zum Lötten verwendete Temperatur in der Regel jedoch höher. Sie liegt bei ca. 235 °C - 265 °C für das Reflow-Löten bzw. das Backside-Reflow-Löten.

Es sind unterschiedliche Arten von Fertigungslinien mit Reflow-Lötofen und Backside-Reflow Lötöfen bekannt, wobei heute in erster Linie Reflow-Lötanlagen mit Konvektionsheizung eingesetzt werden. Allen Reflow-Lötöfen ist gemeinsam, dass sie über eine Vorheizzone, eine Lötzone und eine

Abkühlzone verfügen. Das Lötgut bzw. die zu lötfende Leiterplatte wird dabei von einer Transportvorrichtung durch die verschiedenen Temperaturzonen des Lötöfen transportiert. Die vorliegende Anmeldung bezieht sich auf einen derartigen Lötöfen mit Konvektionsheizung.

5 In der Vorheizzone wird das mit der Lotpaste versehene Lötgut vorgeheizt und allmählich auf eine Temperatur von ca. 160°C erhitzt. Einerseits wird dadurch ein Anteil von Lösungsmittel im Flussmittel verdampft. Das Flussmittel wird eingesetzt, um Oberflächenoxide zu reduzieren und die Fließ- und Benetzungseigenschaften des flüssigen Lotes zu verbessern. Andererseits
10 kann so ein Temperaturverzug der Baugruppe durch einen zu steilen Temperaturanstieg beim Löten vermieden werden und damit schonend gelötet werden. Es gibt Fertigungslinien, die über eine Vorheizzone verfügen, bei der das Lötgut nur auf einer Oberfläche erhitzt wird und auch Fertigungslinien, bei denen das Lötgut auf beiden Oberflächen erhitzt wird.

15 In der Lötzone erfolgt dann eine weitere Erwärmung des Lötguts auf eine Temperatur, die über der Liquidustemperatur der verwendeten Lotpaste liegt, um den eigentlichen Lötvorgang durchzuführen. Um Lötstellen hoher Qualität zu erreichen, ist es erforderlich, die Temperatur der Lötstelle maximal 60 s
20 über der Liquidustemperatur der Lotpaste zu halten. Sind auf einer zu verlötenden Leiterplatte auch größere Bauteile angeordnet, so muss die Lötzone mit einer Temperatur betrieben werden, die deutlich über der Löttemperatur liegt, um innerhalb dieser Zeit zu gewährleisten, dass auch die größeren Bauteile bzw. deren Lötstellen die Löttemperatur erreichen. Es wird
25 daher in der Lötzone mit Prozesstemperaturen von bis zu 300°C gearbeitet, siehe z. B. DE 197 417 92. Dabei hängt das Temperaturprofil in der jeweiligen Temperaturzone von dem Lötverfahren, der Temperaturempfindlichkeit der verwendeten Bauteile und der Art der verwendeten Lotpaste ab. Der gesamte Lötvorgang sowie die an der Oberfläche der Leiterplatte vorliegende
30 Temperatur wird im Stand der Technik durch die Verweildauer in den verschiedenen Temperaturzonen gesteuert. Die Temperaturzonen weisen dabei im Stand der Technik ein oder mehrere, in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnete Heizelemente auf.

Die genaue Steuerung der an der Oberfläche der Leiterplatte vorliegenden Temperatur über die Verweildauer ist jedoch nicht immer möglich. Die Ursache dafür liegt einerseits in den unterschiedlichen Wärmeleiteigenschaften der Leiterplatte und/oder Bauteile, andererseits in einer konvektionsbedingten Mischung von Luftschichten verschiedener Temperaturen im Lötoven. Diese Konvektion führt letztendlich zu unkontrollierbaren Wärmeleitung im Lötoven.

Eine unkontrollierbare Wärmeleitung ist vor allem dann problematisch, wenn an der ersten und der zweiten Oberfläche der Leiterplatte eine unterschiedliche Temperatur vorliegen sollte. Werden beispielsweise beim Reflow-Löten nacheinander beide Oberflächen der Leiterplatte verlötet, kann ein partielles Wieder-Aufschmelzen der Lötstellen der bereits verlöteten Oberfläche zu einer ungewünschten Verschiebung bzw. einem Verrutschen von Bauteilen führen. Diese ungewünschte Verschiebung von Bauteilen kann zu einem erhöhten Ausschuss im Rahmen der Qualitätskontrolle in der Produktion und damit letztendlich zu erhöhten Produktionskosten führen.

Demgegenüber steht im Falle des Backside-Reflow Lötens die Anforderung, stabile und große Temperaturunterschiede zwischen den beiden Oberflächen der Leiterplatte einzustellen. Die Steuerung dieser Temperaturunterschiede ist besonders kritisch und/oder besonders anspruchsvoll, wenn ältere Bauteile mit temperaturempfindlichen Kunststoffanteilen und/oder bleifreie Lotpasten mit den oben genannten hohen Löttemperaturen verwendet werden. Es ist daher wünschenswert, eine Fertigungslinie bereitzustellen, welche sich für das schonende Löten mit dem Reflow- und Backside-Reflow Löten sowie für eine Vielzahl von Bauteilen eignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Fertigungslinie zum Löten bereitzustellen, welche eine genau Steuerung der an der Leiterplatte vorliegenden Temperatur auf ein vorgegebenes Temperaturprofil erlaubt.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Fertigungslinie zum Löten von Bauteilen auf eine Leiterplatte, umfassend: einen Lötoven mit mindestens zwei Temperaturzonen, in denen ein vorgegebenes Temperaturprofil herrscht, eine

- Transportvorrichtung, die dazu ausgestaltet ist, die Leiterplatten durch die Temperaturzonen des Lötovens in einer Transportrichtung zu transportieren, sowie eine Steuereinrichtung; wobei in zumindest einer der Temperaturzonen mindestens zwei Heizelemente so ausgestaltet und/oder angeordnet sind, dass eine zu verlötende Oberfläche der durch den Lötoven transportierten Leiterplatten von den Heizelementen geheizt wird, wobei die Heizelemente in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnet und der zu verlötenden Oberfläche zugewandt sind, wobei in zumindest einer der Temperaturzonen zumindest zwei in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnete und der zu verlötenden Oberfläche zugewandte Lüfter vorgesehen sind, und wobei die Steuereinrichtung dazu ausgestaltet ist, die Heizelemente und die Lüfter so anzusteuern, dass an der zu verlötenden Oberfläche der Leiterplatte das vorgegebene Temperaturprofil in den Temperaturzonen vorliegt.
- Die Bauteile sind dabei beispielsweise THT- oder SMD-Bauteile. Die zu verlötende Oberfläche kann dabei die Oberfläche sein, auf der die Bauteile angeordnet sind. Die zu verlötende Oberfläche kann aber auch der Oberfläche, auf der die Bauteile angeordnet sind, gegenüberliegen, wie dies beispielsweise beim Backside-Reflow Löten für die über Kopf gelöteten THT-Bauteile der Fall ist.

- Das vorgegebene Temperaturprofil ist dabei im Wesentlichen eine Temperatur/Ort Funktion, die beschreibt, wie die Temperatur in Abhängigkeit von dem Ort aussehen soll. Der Ort wird dabei im Wesentlichen anhand des in der Fertigungslinie zurückgelegten Weges in Transportrichtung beschrieben. Die Transportebene ist dabei parallel zu der Ebene der Leiterplatte. Das Temperaturprofil beschreibt dabei insbesondere den Verlauf der Temperatur in den verschiedenen Temperaturzonen. Erfindungsgemäß sind nun, im Gegensatz zum Stand der Technik, in zumindest einer der Temperaturzonen mehrere in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnete Lüfter vorgesehen. Die zumindest zwei Lüfter sind separat ansteuerbar. Die an der Oberfläche der Leiterplatte vorliegende Temperatur lässt sich dabei durch die separat ansteuerbaren Lüfter einstellen. Im Rahmen der Erfindung sind zunächst in zumindest einer der Temperaturzonen

zumindest zwei Heizelemente vorgesehen. Selbstverständlich können auch in jeder Temperaturzone zumindest zwei Heizelemente vorgesehen sein. Die Anzahl der Lüfter ist im Rahmen der Erfindung vorzugsweise kleiner oder gleich der Anzahl der Heizelemente in jeder Temperaturzone.

5

Die hintereinander versetzt angeordneten Heizelemente liegen vorzugsweise auf einer zur Transportrichtung parallelen Geraden. Auch die hintereinander versetzt angeordneten Lüfter liegen vorzugsweise auf einer zur Transportrichtung parallelen Geraden.

10

Im Prinzip wäre auch eine Regelung der an der Oberfläche vorliegenden Temperatur denkbar. Da Konvektionsprozesse in einem Lötoven aber hochgradig nicht-lineare Prozesse sind, gestaltet sich eine derartige Regelung der an der Leiterplatte vorliegenden Temperatur in der Praxis als sehr anspruchsvoll, und ist daher kaum zum Einsatz in der industriellen Fertigungstechnik geeignet. Aus diesem Grund bezieht sich die Erfindung nur auf eine Steuerung, aber keine Regelung bzw. Nachregelung der an der Leiterplatte vorliegenden Temperatur anhand der Lüfter.

15

20

Damit eine derartige Steuerung möglich ist, müssen daher in Bezug auf die spezielle Ausgestaltung des Lötovens und/oder die Lotpaste und/oder das Lötgut Erfahrungen gesammelt werden, beispielsweise durch Experimente. Dies ist möglich, da es sich bei dem Lötgut in der Regel um standardisierte Leiterplatten und/oder Bauteile handelt (mit standardisierten Ausgestaltungen, insbesondere in Bezug auf die Abmessungen und/oder die verwendeten Materialien). Auch bei der Lotpaste handelt es sich in der Regel um standardisierte Lotpasten. Die in den Experimenten gewonnenen Erfahrungen beinhalten dann, welche Steuerung der Gesamtheit der Lüfter zu welcher Temperatur an der Oberfläche der Leiterplatte führt. Diese Erfahrungen können dann in der Fertigungslinie selbst (z.B. in der Steuerungseinheit) oder auch in einem Benutzerhandbuch hinterlegt sein.

25

30

In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung sind in zumindest einer der Temperaturzonen zumindest zwei weitere Heizelemente so ausgestaltet

und/oder angeordnet, dass eine weitere Oberfläche der Leiterplatte von den weiteren Heizelementen geheizt wird, wobei die weitere Oberfläche der zu verlötenden Oberfläche gegenüberliegt, und wobei die weiteren Heizelemente in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnet und der weiteren
5 Oberfläche zugewandt sind. Die hintereinander versetzt angeordneten weiteren Heizelemente liegen vorzugsweise auf einer zur Transportrichtung parallelen Geraden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind in zumindest einer der
10 Temperaturzonen zwei in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordnete und der weiteren Oberfläche zugewandte weitere Lüfter vorgesehen. In dieser Ausgestaltung gibt es also sowohl die Lüfter, welche der zu verlötenden Oberfläche zugewandt sind, als auch weitere Lüfter, welche der weiteren Oberfläche zugewandt sind. Damit gibt es Lüfter, die beiden
15 Oberflächen der Leiterplatte zugewandt sind, also beispielsweise ober- und unterhalb der Leiterplatte angeordnet sind. Auch die in Transportrichtung hintereinander versetzt angeordneten weiteren Lüfter liegen vorzugsweise auf einer zur Transportrichtung parallelen Geraden.

20 Die Lüfter und/oder die weiteren Lüfter können dabei im Wesentlichen identisch ausgestaltet sein. Auch die Heizelemente und/oder die weiteren Heizelemente können dabei im Wesentlichen identisch ausgestaltet sein.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuereinrichtung dazu
25 ausgestaltet, die Heizelemente und weiteren Heizelemente und die Lüfter und die weiteren Lüfter so anzusteuern, dass an der zu verlötenden Oberfläche und der weiteren Oberfläche das vorgegebene Temperaturprofil in den Temperaturzonen vorliegt. In dieser Ausgestaltung wird die an der Oberfläche bzw. den Oberflächen vorliegende Temperatur also durch die Gesamtheit
30 Heizelemente und weiteren Heizelemente und der Lüfter und weiteren Lüfter gesteuert. Beispielsweise kann durch die gezielte Steuerung von einem Lüfter und einem weiteren Lüfter, welcher dem Lüfter in der zur Transportrichtung senkrechten Richtung gegenüberliegt, die Vermischung der Luftschichten in die zu der Transportrichtung senkrechten Richtung verhindert werden. Damit

werden diejenigen Konvektionsprozesse, die zu einer Vermischung von Luftschichten mit unterschiedlichen Temperaturen führen, minimiert.

5 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sieht das Temperaturprofil vor, dass in zumindest einer der Temperaturzonen unterschiedliche Temperaturen an der zu verlötenden Oberfläche und der weiteren Oberfläche vorliegen. Dies ist beispielsweise häufig der Fall beim Backside-Reflow Löten. In dieser Ausgestaltung umfasst das Temperaturprofil nicht eine Temperatur/Ort Funktion, sondern zwei Temperatur/Ort Funktionen, jeweils für die zu
10 verlötende Oberfläche und die weitere Oberfläche der Leiterplatte. Dieses beiden Temperatur/Ort Funktionen können dann in Kombination mit der vorherigen Ausgestaltung durch die Steuerung Gesamtheit der Lüfter und der weiteren Lüfter, sowie der Heizelemente und der weiteren Lüfter eingestellt werden.

15 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Lüfter im Wesentlichen anhand der Drehfrequenz und/oder die weiteren Lüfter im Wesentlichen anhand der weiteren Drehfrequenz steuerbar. Anhand der Drehfrequenzen bzw. weiteren Drehfrequenzen der Lüfter bzw. der weiteren Lüfter wird die Konvektion in der lokalen Umgebung der der Lüfter bzw. weiteren Lüfter
20 gesteuert. Dadurch wird zum Beispiel die Menge der von dem Lüfter bzw. weiteren Lüfter umgewälzten bzw. bewegten Luft eingestellt.

In einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung ist das Temperaturprofil so ausgestaltet, dass die Temperatur des Temperaturprofils in einer ersten
25 Temperaturzone immer größer als die Temperatur des Temperaturprofils in einer zweiten Temperaturzone, wobei die beiden Temperaturzonen in Transportrichtung benachbart sind und wobei in beiden Temperaturzonen Lüfter und/oder weitere Lüfter vorgesehen sind. Die Drehfrequenz der Lüfter in der ersten Temperaturzone ist kleiner oder gleich der Drehfrequenz der
30 Lüfter in der zweiten Temperaturzone und/oder die weitere Drehfrequenz der weiteren Lüfter in der ersten Temperaturzone ist kleiner oder gleich der weiteren Drehfrequenz der weiteren Lüfter in der zweiten Temperaturzone.

Diese Ausgestaltung bezieht sich also auf die Steuerung der Lüfter von zueinander in Transportrichtung benachbarter Temperaturzonen. Je nach Oberfläche wird die Drehfrequenz der Lüfter oder der weiteren Lüfter gesteuert- Das Temperaturprofil ist so ausgestaltet, dass die Temperatur der Temperatur/Ort Funktion in der ersten Temperaturzone immer größer ist als die Temperatur der Temperatur/Ort Funktion in der zweiten Temperaturzone: die erste Temperaturzone ist also immer wärmer als die zweite Temperaturzone. Die erste Temperaturzone kann in Bezug auf die Transportrichtung vor oder hinter der zweiten Temperaturzone angeordnet sein. In dieser Ausgestaltung ist die Drehfrequenz der Lüfter und/oder der weiteren Lüfter in der wärmeren Temperaturzone kleiner. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist, dass durch die derartige Abstimmung der Drehfrequenzen der Lüfter und/oder der weiteren Lüfter verhindert wird, dass Luftschichten aus der benachbarten kälteren Temperaturzonen in die wärmere Temperaturzone geleitet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist der Lötoven mindestens drei Temperaturzonen auf, die als Vorheizzone, Lötzone und Kühlzone ausgestaltet sind.

In einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Lötoven um einen Reflow-Lötoven.

In einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Lötoven um einen Backside-Reflow-Lötoven. In der Ausgestaltung des Backside-Reflow-Lötovens ist der Lötoven bzw. die Fertigungslinie dazu ausgestaltet, die Leiterplatte zu wenden und die Leiterplatte auf beiden Oberflächen zu bestücken. Selbstverständlich kann der Lötoven bzw. die Fertigungslinie In der Ausgestaltung Reflow-Lötoven dazu ausgestaltet sein, die Leiterplatte zu wenden, beispielweise um und die Leiterplatte wie eingangs erwähnt beidseitig mit SMD-Bauteilen zu bestücken.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Fertigungslinie zum Löten mit einer bleifreien Lotpaste ausgestaltet. Das Löten mit einer bleifreien

Lotpaste erfordert insbesondere in Kombination mit dem Backside-Reflow Lötens und/oder temperaturempfindliche THT-Bauteilen eine sehr genaue Steuerung der an der Leiterplatte vorliegenden Temperatur. Die Erfindung ermöglicht erstmals ein bleifreies Backside-Reflow Löten, was mit aus dem
5 Stand der Technik bekannten Fertigungslinien nicht möglich ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Transportvorrichtung dazu ausgestaltet, die Leiterplatten in den verschiedenen Temperaturzonen mit unterschiedlicher Transportgeschwindigkeit zu transportieren.

10

In dieser Ausgestaltung kann zusätzlich anhand der Transportgeschwindigkeit die an der Oberfläche der Leiterplatte vorliegende Temperatur gesteuert werden. Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung besteht die Transportvorrichtung aus Transporteinheiten, wobei in jeder Temperaturzone
15 mindestens eine Transporteinheit zum Transportieren der Leiterplatten mit einer einstellbaren Transportgeschwindigkeit angeordnet ist. Die Transporteinheiten können beispielsweise aus einen einzigen oder mehreren Förderbändern bestehen.

20 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind in der Steuereinrichtung verschiedene Betriebsmodi, in denen die Fertigungslinie betrieben werden kann, gespeichert, wobei jedem Betriebsmodus das Temperaturprofil der Temperaturzone, und wobei die Temperaturprofile des jeweiligen Betriebsmodus an den Lötöfen, das Lötverfahren, die zum Löten verwendete
25 Lotpaste und/oder die Ausgestaltung der Bauteile angepasst ist.

Dem Temperaturprofil ist dabei (je nach Ausgestaltung) die Temperatur/Ort Funktion an der zu verlötenden Oberfläche und/oder der weiteren Oberfläche zugeordnet. Der Betriebsmodus ist dabei zunächst vom Lötöfen abhängig.
30 Diese Lötöfen ist dabei für die jeweilige Fertigungslinie fest gewählt.

Andererseits ist der Betriebsmodus auch von der jeweiligen Anwendung abhängig, bzw. die durch den Anwender vorgegebenen und in der jeweiligen Anwendungen vorliegenden Bedingungen. In Bezug auf diese in der jeweilige

Anwendung vorliegenden Bedingungen kann dabei ein bestimmter in der Steuereinrichtung hinterlegter Betriebsmodus zum Betreiben der Fertigungslinie ausgewählt werden.

- 5 Der Betriebsmodus ist zum Beispiel vom Lötgut; insbesondere der Ausgestaltung der Bauteile abhängig. Dabei sind zum Beispiel die Temperaturempfindlichkeit und die geometrischen Abmessung der Bauteile von Bedeutung. Die geometrische Abmessung bestimmt wiederum die Wärmeleitfähigkeit des Bauteils und den Platzbedarf. Auch die verwendete
- 10 Lotpaste beeinflusst den Betriebsmodus. Eine weiterer möglicher Einfluss stellt die Wahl des Lötverfahrens dar, ob also in einem Reflow-Löten oder in einem Backside-Löten gelötet wird. Je nachdem sind unterschiedliche Temperaturprofile an der Oberfläche und/oder der weiteren Oberfläche gefordert. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist nun, dass die verschiedenen
- 15 Betriebsmodi in der Steuereinrichtung hinterlegt sind und in Bezug auf die Anwendung ausgewählt werden können.

- In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sieht ein erster Betriebsmodus ein erstes Temperaturprofil vor, und mindestens ein zweiter
- 20 Betriebsmodus ein von dem ersten Temperaturprofil verschiedenes zweites Temperaturprofil vor, wobei die Differenz der Temperaturen der beiden Temperaturprofile im Wesentlichen durch die Steuerung der Gesamtheit der Lüfter und/oder der weiteren Lüfter einstellbar ist.

- 25 Die vorgegebenen Temperaturprofile haben also unterschiedliche Temperaturen. Besonders vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist, dass die Differenz der verschiedenen Temperaturprofile nur durch die Steuerung der Lüfter eingestellt wird. Die Heizelemente haben in dieser Ausgestaltung im ersten und zweiten Betriebsmodus im Wesentlichen die gleichen
- 30 Einstellungen. Bei einem Wechsel von einem Betriebsmodus in den anderen werden daher nur die Lüfter und/oder die weiteren Lüfter eingestellt bzw. anders angesteuert. Die Heizelemente und/oder die weiteren Heizelemente müssen dagegen nicht bzw. im geringen Maße umgestellt werden. Da Heizelemente sind in der Regel träger als Lüfter, kann in dieser

Ausgestaltung letztendlich der Wechsel bzw. die Umstellung zwischen verschiedenen Betriebsmodi in wesentlich kürzeren Zeiten erfolgen. Dies ist vorteilhaft, da dadurch die Standzeiten in der Produktion verringert werden und damit Kosten gespart werden.

5

In einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung ist die Differenz der Temperaturen der beiden Temperaturprofile im Wesentlichen durch die Steuerung der Gesamtheit der Lüfter und/oder weiteren Lüfter und der Transportgeschwindigkeit der Transportvorrichtung einstellbar. In dieser Weiterbildung wird also zusätzlich eine Änderung der Transportgeschwindigkeit bei einem Wechsel zwischen den Betriebsmodi vorgenommen. Auch dies beansprucht im Wesentlichen keine bzw. sehr kleine Umstellzeiten zwischen den Betriebsmodi, insbesondere im Verhältnis zu Umstellzeiten, welche durch eine Änderung der Temperatur der Heizelemente gefordert wären.

10
15

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

20 Fig. 1: Einen schematischen Aufbau der erfindungsgemäßen Fertigungslinie;

Fig. 2a: verschiedene Temperaturprofile;

25 Fig. 2b: Umstellzeiten zwischen den Temperaturprofile mit der erfindungsgemäßen Fertigungslinie;

Fig. 3: Die Verringerung des Ausschusses mit der erfindungsgemäßen Fertigungslinie.

In Fig. 1 ist ein schematischer Aufbau der erfindungsgemäßen Fertigungslinie mit dem Lötoven 3 und der Transportvorrichtung, anhand derer die Leiterplatte 2 mit den Bauteilen 1 in Transportrichtung r_t mit einer Transportgeschwindigkeit v_t durch die Temperaturzonen Z_1, Z_2, Z_3 des Lötovens transportiert wird. In diesem Beispiel sind auf der zur verlötenden Oberfläche 10 und auf der weiteren Oberfläche 11 Bauteile 1 angeordnet,

30

selbstverständlich sind auch andere Ausgestaltungen möglich. Der Lötöfen 3 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel drei Temperaturzonen Z1,Z2,Z3. In dem hier gezeigten Beispiel sind in der ersten Temperaturzone Z1 vier Heizelemente 60,61,62,63 und drei Lüfter 70,71,72 in Transportrichtung rt hintereinander versetzt angeordnet. Gleichzeitig sind der ersten Temperaturzone Z1 vier weitere Heizelemente 80,81,82,83 und zwei weitere Lüfter 90,91 in Transportrichtung rt hintereinander versetzt angeordnet. Der Einfachheit halber sind in diesem Ausführungsbeispiel nur die Heizelemente 60,61 und Lüfter 70,71 der ersten Temperaturzone Z1 dargestellt.

10 Vorzugsweise sollte jede Temperaturzone Z1,Z2,Z3 des Lötöfens 3 zumindest ein Heizelement 60 aufweisen.

Andere Ausgestaltungen sind selbstverständlich möglich, insbesondere bezüglich der Anzahl der Heizelemente 60,61; der ggf. weiteren Heizelemente 80,81; der Lüfter 70,71 und der ggf. weiteren Lüfter 90,91. Die Anzahl der Lüfter 70,71 ist im Rahmen der Erfindung vorzugsweise kleiner oder gleich der Anzahl der Heizelemente 60,61 und ggf. ist die Anzahl der weiteren Lüftern 90,91 vorzugsweise kleiner oder gleich der Anzahl weiteren Heizelemente 80,81.

20 Die Transportebene ist dabei parallel zu der Ebene der Leiterplatte 2. Dabei kann wie in diesem Ausführungsbeispiel gezeigt die Transportebene der Transportvorrichtung 4 in der Mitte zwischen den Heizelementen 60,61 und den weiteren Heizelementen 80,81 angeordnet sein. Es ist selbstverständlich auch möglich, dass die Transportebene näher oder ferner zu den Heizelementen 60,61 als zu den weiteren Heizelementen 80,81 angeordnet ist. Zum Beispiel ist es möglich, den Abstand der Heizelemente 60,61 oder der weiteren Heizelemente 80,81 zur Transportebene auf die Ausgestaltung der Bauteile 1 abzustimmen.

30 Die Erfindung eignet sich insbesondere auch für einen derartigen nicht symmetrischen Aufbau, da die Drehfrequenz $f_0, f_1, \dots$ der Lüfter 60,61, ... separat von der Drehfrequenz $g_0, g_1, \dots$ der weiteren Lüfter 80,81, ... gesteuert werden kann.

Zum Einstellen der Drehfrequenz $f_0, f_1, \dots$ wird beispielsweise ein handelsüblicher Frequenzumrichter verwendet. In der Steuereinrichtung 5 sind verschiedene Betriebsmodi 51, 52, ... gespeichert. Dafür umfasst die Steuereinrichtung 5 beispielsweise eine speicherprogrammierte Steuerungseinheit (SPS), wie sie in der Prozess- und Automatisierungstechnik üblicherweise eingesetzt ist.

In Fig. 2a sind schematisch verschiedene Temperaturprofile T_{p1} , T_{p2} dargestellt, die üblicherweise beim Reflow-Löten vorliegen. In der Vorheizzone Z1 wird das Lötgut vorgeheizt. Der eigentliche Lötprozess (d.h. das Ausbilden der stoffschlüssigen Verbindung) findet in der Lötzone Z2 statt. Hier ist die Temperatur in der Regel am größten. In der Kühlzone Z3 findet dann eine Abkühlung des Lötguts statt. Die beiden vorgegebenen Temperaturprofile T_{p1} , T_{p2} können durch die Wahl des Betriebsmodus 51, 52 eingestellt werden. Erfindungsgemäß werden dabei die Temperaturprofile T_{p1} , T_{p2} der unterschiedlichen Betriebsmodi 51, 52 nur durch die geänderte Ansteuerung der Lüfter 70, 71 und ggf. der weiteren Lüfter 91, 92 erreicht. Bei gleicher Ansteuerung der Heizelemente 60, 61 und ggf. der weiteren Heizelemente 80, 81 kann so die an der Oberfläche 10 der Leiterplatte 2 und ggf. die an der weiteren Oberfläche 11 der Leiterplatte 2 vorliegende Temperatur eingestellt werden, so dass das vorgegebene Temperaturprofil T_{p1} ; T_{p2} in den Temperaturzonen Z1; Z2 vorliegt.

Durch diese Möglichkeit können Umstellzeiten vermieden werden und Wartezeiten in der Fertigung erheblich minimiert werden. Dies ist in Fig. 2b dargestellt. Es sind die typische Umstellzeiten zwischen den typischen Temperaturprofile mit einer prozessoptimierten Fertigungslinie nach dem Stand der Technik A mit den Umstellzeiten der erfindungsgemäßen Fertigungslinie B verglichen. Die Experimente zeigen dass mit der erfindungsgemäßen Fertigungslinie die Umstellzeiten auf ein Zehntel verringert werden können. Dies ist ein erheblicher Vorteil, da so Standzeiten in der Produktion verringert werden können. Auch damit werden letztendlich die Kosten reduziert.

- Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass das Backside-Reflow Löten mit einer bleifreien Lotpaste 12 erstmals ermöglicht wird. Durch die in einer Temperaturzone Z1;Z2; Z3 in Transportrichtung r_t hintereinander versetzt angeordneten Lüfter 70,71 und weiteren Lüfter 90,91 kann eine Vermischung von Luftschichten in der zur Transportebene senkrechten Richtung verhindert werden. Dadurch kann eine stabile, aber dennoch große Temperaturdifferenz an der zu verlötenden Oberfläche 10 und der weiteren Oberfläche 11 eingestellt werden.
- 10 Auf der anderen Seite zeigt die erfindungsgemäße Fertigungslinie mit einem zum Reflow- Löten ausgestalteten Lötöfen 3 verbesserte Ergebnisse bei dem schonenden Löten von Gruppen von Bauteilen 1 auf Leiterplatten. Dies ist in Fig. 3 dargestellt. Für einen derartigen Standardprozess wurde eine prozessoptimierten Fertigungslinie nach dem Stand der Technik A mit der
- 15 erfindungsgemäßen Fertigungslinie B verglichen. Dabei wurde die Anzahl der fehlerhaften Lötstellen erfasst. Als fehlerhafte Lötstellen werden im Rahmen dieser Anmeldung die Lötstellen mit auf der Leiterplatte 2 verrutschen oder gar angeschmolzenen Bauteilen 1 bezeichnet. Die experimentellen Untersuchungen zeigen, dass sich die Anzahl der fehlerhaften Lötstellen mit
- 20 der erfindungsgemäßen Fertigungslinie B um ca. 30% in Bezug auf die Fertigungslinie nach dem Stand der Technik A verringern lässt.

Bezugszeichenliste

	1	Bauteil
	2	Leiterplatte
5	3	Lötofen
	4	Transportvorrichtung
	5	Steuereinrichtung
	51,52,...	Betriebsmodi
	60,61,...	Heizelemente
10	70,71,...	Lüfter
	80,81,...	weitere Heizelemente
	90,91,...	weitere Lüfter
	10	zu verlötenden Oberfläche
	11	weitere Oberfläche
15	12	Lotpaste
	Z1,Z2,...	Temperaturzonen
	Rt	Transportrichtung
	Tp,Tp1,Tp2,...	Temperaturprofile
20	f0, f1,f2,f3 ...	Drehfrequenzen der Lüfter
	g0,g1,g2,g3...	Drehfrequenzen der weiteren Lüfter
	vt	Transportgeschwindigkeit

Patentansprüche

1. Fertigungslinie zum Löten von Bauteilen (1) auf eine Leiterplatte (2), umfassend:
- 5 einen Lötoven (3) mit mindestens zwei Temperaturzonen (Z1,Z2,...), in denen ein vorgegebenes Temperaturprofil (Tp) herrscht, eine Transportvorrichtung (4), die dazu ausgestaltet ist, die Leiterplatten (2) durch die Temperaturzonen (Z1,Z2,...) des Lötovens (3) in einer Transportrichtung (Rt) zu transportieren, sowie eine Steuereinrichtung (5);
- 10 wobei in zumindest einer der Temperaturzonen (Z1;Z2;...) mindestens zwei Heizelemente (60,61,...) so ausgestaltet und/oder angeordnet sind, dass eine zu verlötende Oberfläche (10) der durch den Lötoven (3) transportierten Leiterplatten (2) von den Heizelementen (60,61,...) geheizt wird, wobei die Heizelemente (60,61,...) in Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt
- 15 angeordnet und der zu verlötenden Oberfläche (10) zugewandt sind, wobei in zumindest einer Temperaturzone (Z1;Z2;...) zumindest zwei in Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt angeordnete und der zu verlötenden Oberfläche (10) zugewandte Lüfter (70,71,...) vorgesehen sind, und wobei die Steuereinrichtung (5) dazu ausgestaltet ist, die Heizelemente
- 20 (60,61,...) und die Lüfter (70,71,...) so anzusteuern, dass an der zu verlötenden Oberfläche (10) der Leiterplatte (3) das vorgegebene Temperaturprofil (Tp) in den Temperaturzonen (Z1;Z2;...) vorliegt.
2. Fertigungslinie nach Anspruch 1,
- 25 wobei in zumindest einer der Temperaturzone (Z1;Z2;...) zumindest zwei weitere Heizelemente (80,81) so ausgestaltet und/oder angeordnet sind, dass eine weitere Oberfläche (11) der Leiterplatte von den weiteren (80,81) Heizelementen geheizt wird,
- wobei die weitere Oberfläche (11) der zu verlötenden Oberfläche (10)
- 30 gegenüberliegt,
- und wobei die weiteren Heizelemente (80,81) in Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt angeordnet und der weiteren Oberfläche (11) zugewandt sind.

3. Fertigungslinie nach Anspruch 2,
wobei in zumindest einer der Temperaturzonen (Z1,Z2,..) zwei in
Transportrichtung (Rt) hintereinander versetzt angeordnete und der weiteren
Oberfläche (11) zugewandte weitere Lüfter (90,91,..) vorgesehen sind.

5

4. Fertigungslinie nach Anspruch 3,
wobei die Steuereinrichtung (5) dazu ausgestaltet ist, die Heizelemente
(60,61,..) und weiteren Heizelemente (80,81,..) und die Lüfter (70,71,..) und
die weiteren Lüfter (90,91,..) so anzusteuern,

10 dass an der zu verlötenden Oberfläche (10) und der weiteren Oberfläche (11)
das vorgegebene Temperaturprofil (Tp) in den Temperaturzonen (Z1;Z2,..)
vorliegt.

5. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 2-4,
15 wobei das Temperaturprofil (Tp) vorsieht, dass in zumindest einer der
Temperaturzonen (Z1;Z2,..) unterschiedliche Temperaturen an der zu
verlötenden Oberfläche (10) und der weiteren Oberfläche (11) vorliegen.

6. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-5,
20 wobei die Lüfter (70,71,..) im Wesentlichen anhand einer Drehfrequenz
(f0,f1, ...) und/oder die weiteren Lüfter (90,91,..) im Wesentlichen anhand
einer weiteren Drehfrequenz (g0,g1,..) steuerbar sind.

7. Fertigungslinie nach Anspruch 6,
25 wobei das Temperaturprofil (Tp) so ausgestaltet ist, dass die Temperatur des
Temperaturprofils (Tp) in einer ersten Temperaturzone (Z1;Z2,..) immer
größer als die Temperatur des Temperaturprofils (Tp) in einer zweiten
Temperaturzone (Z1;Z2,..) ist,

wobei die beiden Temperaturzonen (Z1,Z2,..) in Transportrichtung (Rt)

30 benachbart sind und wobei in beiden Temperaturzonen (Z1,Z2) Lüfter
(70,71,..) und/oder weitere Lüfter (90,91,..) vorgesehen sind,
und wobei die Drehfrequenz (f0,f1, ..) der Lüfter (70,71,..) in der ersten
Temperaturzone (Z1;Z2,..) kleiner oder gleich der Drehfrequenz (f2,f3, ..) der
Lüfter (72,73,..) in der zweiten Temperaturzone (Z1;Z2,..) ist und/oder

wobei die weitere Drehfrequenz ($g_0, g_1, \dots$) der weiteren Lüfter ($90, 91, \dots$) in der ersten Temperaturzone ($Z_1; Z_2; \dots$) kleiner oder gleich der weiteren Drehfrequenz ($g_2, g_3, \dots$) der weiteren Lüfter ($92, 93, \dots$) in der zweiten Temperaturzone ($Z_1; Z_2; \dots$) ist.

5

8. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-7, wobei der Lötoven (3) mindestens drei Temperaturzonen (Z_1, Z_2, Z_3) aufweist, die als Vorheizzone (Z_1), Lötzone (Z_2) und Kühlzone (Z_3) ausgestaltet sind.

10

9. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-8, wobei es sich bei dem Lötoven (3) um einen Reflow-Lötoven handelt.

10. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-8, wobei es sich bei dem Lötoven (3) um einen Backside-Reflow-Lötoven handelt.

15

11. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-10, wobei die Fertigungslinie zum Löten mit einer bleifreien Lotpaste (12) ausgestaltet ist.

20

12. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-11, wobei die Transportvorrichtung (4) dazu ausgestaltet ist, die Leiterplatten (3) in den verschiedenen Temperaturzonen ($Z_1, Z_2, \dots$) mit unterschiedlicher Transportgeschwindigkeit (v_t) zu transportieren.

25

13. Fertigungslinie nach mindestens einem der Ansprüche 1-12, wobei in der Steuereinrichtung (5) verschiedene Betriebsmodi ($51, 52, \dots$) in denen die Fertigungslinie betrieben werden kann, gespeichert sind, wobei jedem Betriebsmodus ($51; 52; \dots$) das Temperaturprofil (T_p) in den Temperaturzonen ($Z_1, Z_2, \dots$) zugeordnet ist,

30

und wobei die Temperaturprofile (T_{p1}, T_{p2}) des jeweiligen Betriebsmodus ($51, 52, \dots$) an den Lötoven (3), die zum Löten verwendete Lotpaste (12) und/oder die Ausgestaltung der Bauteile (1) angepasst ist.

14. Fertigungslinie nach Anspruch 13,
wobei ein erster Betriebsmodus (51) ein erstes Temperaturprofil (Tp1)
vorsieht,
wobei mindestens ein zweiter Betriebsmodus (52;..) ein von dem ersten
5 Temperaturprofil (Tp1) verschiedenes zweites Temperaturprofil (Tp2;..) vorsieht,
und wobei die Differenz der Temperaturen der beiden Temperaturprofile (Tp1,Tp2;..) im Wesentlichen durch die Steuerung der Gesamtheit der Lüfter (70,71,...) und/oder weiteren Lüfter (90,91,...) einstellbar ist.
- 10
15. Fertigungslinie nach Anspruch 14,
und wobei die Differenz der Temperaturen der beiden Temperaturprofile (Tp1,Tp2;..) im Wesentlichen durch die Steuerung der Gesamtheit der Lüfter (70,71,...) und/oder weiteren Lüfter (90,91,...) und der
15 Transportgeschwindigkeit (vt) der Transportvorrichtung (4) einstellbar ist.

1/1

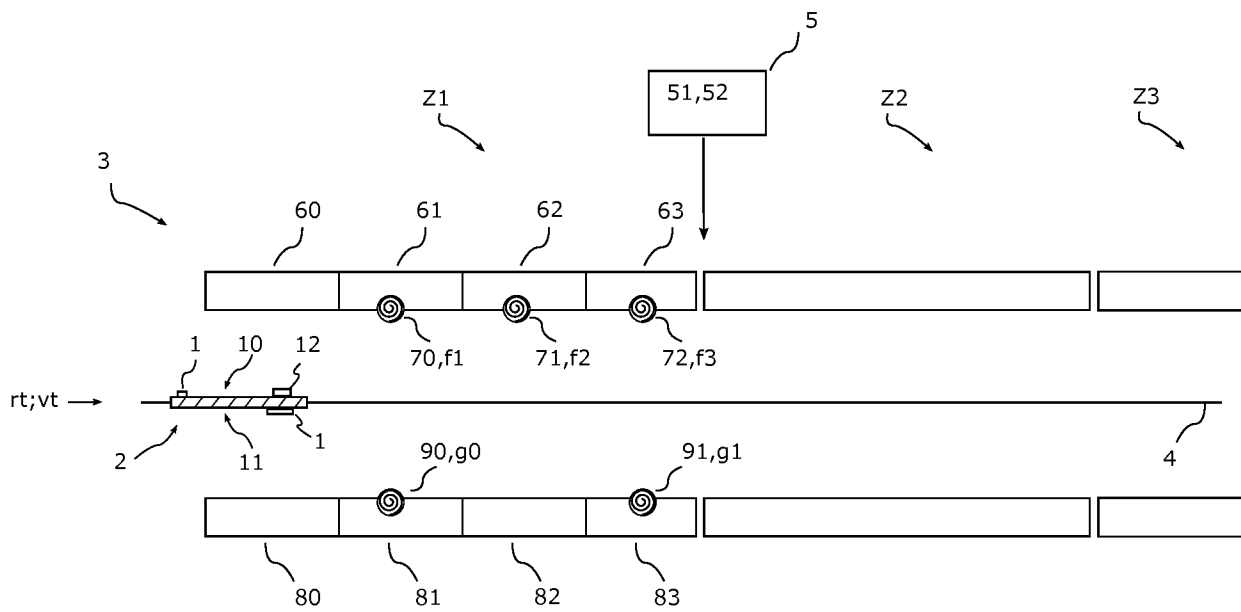


Fig. 1

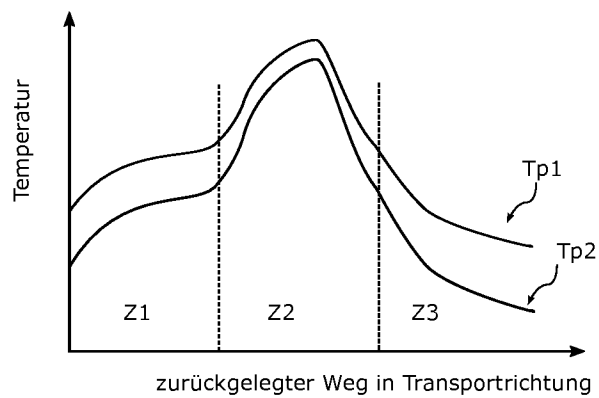


Fig. 2a

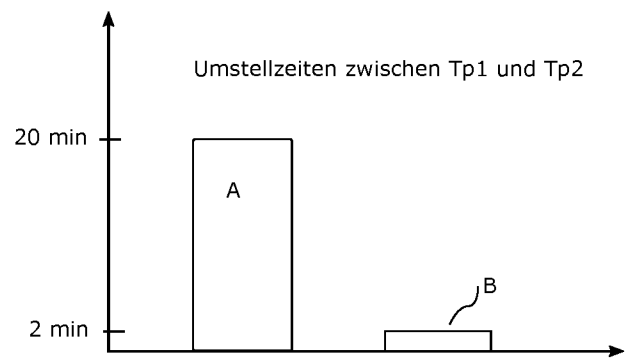


Fig. 2b

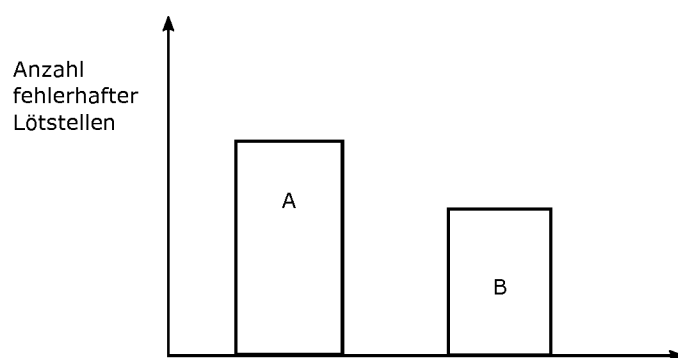


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/061806

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K3/047 B23K1/00 B23K1/008 H05K3/34
ADD.

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)
B23K H05K

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	WO 2005/043758 A2 (REHM ANLAGENBAU GMBH [DE]; BELL HANS [DE]) 12 May 2005 (2005-05-12)	1-11, 13-15
Y	page 12 - page 15; figures 1a-2b page 17 page 18 - page 19	12
X	DE 296 17 213 U1 (SMT MASCHINENGESSELLSCHAFT MBH [DE]) 9 January 1997 (1997-01-09) page 4 - page 5; figures 1-2	1-11, 13-15
X	WO 99/23864 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS SVENSKA AB [SE]) 14 May 1999 (1999-05-14) page 4, line 11 - page 5; figures 1,3	1-11, 13-15
	----- -/-	



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

21 July 2017

Date of mailing of the international search report

01/08/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

De Backer, Tom

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/061806

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 168 064 B1 (BERKIN GEORGE MICHAEL [US]) 2 January 2001 (2001-01-02) column 5, line 22 - column 6, line 43; figures 5,6 -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/061806

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005043758	A2	12-05-2005	CN 1902991 A 24-01-2007
			DE 10350699 B3 30-06-2005
			EP 1678992 A2 12-07-2006
			KR 20060115884 A 10-11-2006
			RU 2329624 C2 20-07-2008
			US 2008061116 A1 13-03-2008
			WO 2005043758 A2 12-05-2005
DE 29617213	U1	09-01-1997	DE 19741192 A1 07-05-1998
			DE 29617213 U1 09-01-1997
			EP 0834375 A1 08-04-1998
WO 9923864	A1	14-05-1999	EP 0948881 A1 13-10-1999
			JP 2001507872 A 12-06-2001
			US 6005224 A 21-12-1999
			WO 9923864 A1 14-05-1999
US 6168064	B1	02-01-2001	EP 0862962 A2 09-09-1998
			JP H10322015 A 04-12-1998
			US 5971249 A 26-10-1999
			US 6168064 B1 02-01-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B23K3/047 B23K1/00 B23K1/008 H05K3/34
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B23K H05K

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	WO 2005/043758 A2 (REHM ANLAGENBAU GMBH [DE]; BELL HANS [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12)	1-11, 13-15
Y	Seite 12 - Seite 15; Abbildungen 1a-2b Seite 17 Seite 18 - Seite 19	12
X	----- DE 296 17 213 U1 (SMT MASCHINENGESELLSCHAFT MBH [DE]) 9. Januar 1997 (1997-01-09) Seite 4 - Seite 5; Abbildungen 1-2	1-11, 13-15
X	----- WO 99/23864 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; PHILIPS SVENSKA AB [SE]) 14. Mai 1999 (1999-05-14) Seite 4, Zeile 11 - Seite 5; Abbildungen 1,3 ----- -/-	1-11, 13-15



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

21. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2017

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

De Backer, Tom

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 168 064 B1 (BERKIN GEORGE MICHAEL [US]) 2. Januar 2001 (2001-01-02) Spalte 5, Zeile 22 - Spalte 6, Zeile 43; Abbildungen 5,6 -----	12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/061806

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2005043758	A2	12-05-2005	CN	1902991 A		24-01-2007
			DE	10350699 B3		30-06-2005
			EP	1678992 A2		12-07-2006
			KR	20060115884 A		10-11-2006
			RU	2329624 C2		20-07-2008
			US	2008061116 A1		13-03-2008
			WO	2005043758 A2		12-05-2005

DE 29617213	U1	09-01-1997	DE	19741192 A1		07-05-1998
			DE	29617213 U1		09-01-1997
			EP	0834375 A1		08-04-1998

WO 9923864	A1	14-05-1999	EP	0948881 A1		13-10-1999
			JP	2001507872 A		12-06-2001
			US	6005224 A		21-12-1999
			WO	9923864 A1		14-05-1999

US 6168064	B1	02-01-2001	EP	0862962 A2		09-09-1998
			JP	H10322015 A		04-12-1998
			US	5971249 A		26-10-1999
			US	6168064 B1		02-01-2001
