

Lötstellen ohne Lunker

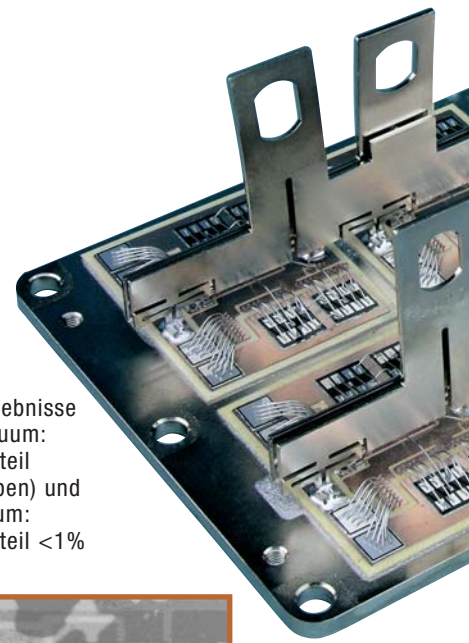
Maschinenlöten mit Vakuum reduziert Lunkerbildung auf unter 1%

Dass ein gewisses Maß an Lufteinschlüssen, die in der Lotschmelze entstehen und nach dem Erstarren des Lotes in der Lötstelle zurückbleiben (Lunker), die Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt, hat die Praxis bewiesen. Die Bedingungen ändern sich allerdings in flächigen Lötverbindungen von Leistungsbauerelementen, bei denen eine homogene elektrische und thermische Leitfähigkeit für die Funktion und Lebensdauer entscheidend sind. Ein anderes Extrem sind besonders kleine Lötstellen, wo schon eine einzige Pore einen erheblichen Anteil des Verbindungsvolumens ausmacht. Durch verschiedene Prozessparameter lässt sich zwar der Anteil der Lufteinschlüsse minimieren, aber eine wirklich porenfreie Verbindung nach Meinung von Experten nur im Vakuumprozess herstellen.

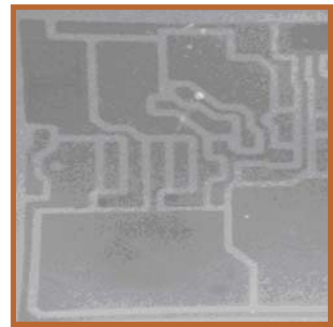
*Klaus Römer**

Der zunehmende Einsatz von Leistungsbauteilen und die stetig steigende Leistungsdichte von elektronischen Komponenten erfordern fehlerfreie Lötverbindungen. Lunker, Lufteinschlüsse in der Lötstelle, die meist auf Gasblasen nicht aus der Lötstelle verdrängter Flussmittelbestandteile resultieren, reduzieren die elektrische und thermische Leitfähigkeit und verursachen Wärmestaus. Hinzu kommt, dass bleifreie Lote zu verstärkter Lunkerbildung führen und eine höhere Viskosität haben. Die einzige Möglichkeit Lunker vollständig aus dem flüssigen Lot zu entfernen, ist ein gezielter Einsatz von Vakuum während des Lötprozesses. Die patentierte Lötanlage mit Vakuum – VADU – von PINK verhindert die Bildung von Lunkern oder Voids. Die

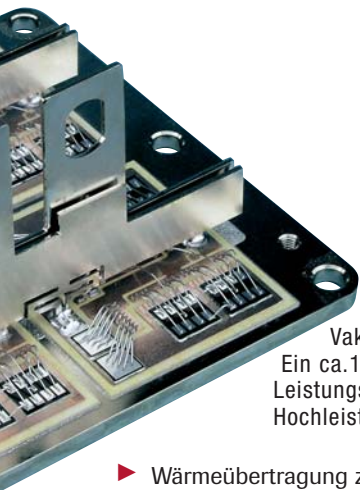
*Klaus Römer ist Leiter Export bei der PINK Vakuumtechnik GmbH in Wertheim.



■ Lötgergebnisse ohne Vakuum: Lunkeranteil >15% (oben) und mit Vakuum: Lunkeranteil <1% (unten)



Das Konzept VADU wird als Inline-Anlage für die Serienfertigung, als Zweikammer-Anlage für Muster und Kleinserien oder als Hochleistungs-Inline-Anlage für sehr hohen Durchsatz angeboten



■ Kein Problem für die Vakuum-Lötanlage:
Ein ca. 1 kg schweres Leistungsmodul für Hochleistungsantriebe von eupec

- ▶ Wärmeübertragung zum Heizen und Kühlen erfolgt über Kontakt, wodurch bereits während des Heizprozesses Vakuum eingesetzt werden kann. Dies ermöglicht Temperaturprofile nach Kundenspezifikationen und IPC-/JEDEC-Empfehlungen. PINK hat die Löttechnik VADU auf Kundenwunsch nach einer inline-fähigen Lötanlage mit Vakuum entwickelt. Das Verfahren hat sich bereits in langjähriger Serienproduktion bewährt und ist heute weltweit durch Patente geschützt.

Der kontrollierte Einsatz von Vakuum im Lötprozess ermöglicht homogene und lunkerfreie Lötverbindungen und reduziert Lunker auf ein Niveau von üblicherweise unter 1%. Grundsätzlich lassen sich mit den Anlagen alle marktüblichen Lötprofile realisieren und Hochtemperaturlote bis zu Prozesstemperaturen von 400 °C verarbeiten.

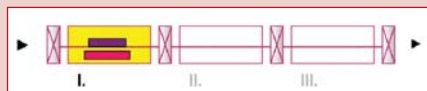
■ Wärmeübertragung und Temperaturgradienten

Das von PINK verwendete Verfahren zur Wärmeübertragung durch Kontakt und die Abstandsregelung zur Einstellung des Temperaturgradienten (siehe Kasten) ist sehr effizient und flexibel. Selbst Substrate mit großen Massen (z.B. 1 kg) lassen sich problemlos mit den üblichen Gradienten erwärmen und abkühlen. Das Heizverfahren erlaubt auch eine beliebige Unterbrechung des Aufheizvorganges, um beispielsweise bei stark hygroskopischen Lotpasten im Temperaturbereich von ca. 100 °C den Heizprozess kurz zu unterbrechen, um ein sanftes Entweichen des

Das Prinzip der Vakuum-Lötanlage VADU

Kernpunkte der patentierten Anlage sind die Art der Wärmeübertragung und die Anordnung der Prozesskammern. Die Wärme wird durch höhenjustierbare Heizplatten übertragen, welche mit konstant höherer Temperatur betrieben werden. Die tatsächliche Temperatur der Baugruppe wird kontinuierlich über einen Sensor am Substrat erfasst und für die Regelung verwendet. Die Wärmeeinbringung und somit der Aufheizgradient wird über den Abstand zwischen der Heizplatte und dem Substrat geregelt. Beim anschließenden Kühlprozess in einer nachfolgenden Kammer wird die Wärme aus dem Substrat, über eine ebenfalls höhenjustierbare Kühlplatte, mit geregelter Gradienten abgeführt. Die Prozesskammern sind in Reihe installiert und durch vakuumfeste Schieber hermetisch abgedichtet.

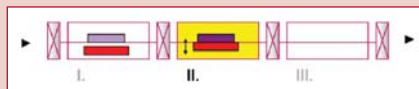
Kammer 1: Vorheizen



Nach dem Einschleusen eines Werkstückträgers wird die Kammer zunächst evakuiert und mit Stickstoff gespült, um eine inerte Atmosphäre zu schaffen. Gleichzeitig werden der Temperatursensor und die Heizplatte angehoben, in Kontakt zum Substrat gebracht und der Heizprozess beginnt. Nach Erreichen der Vorheiztemperatur

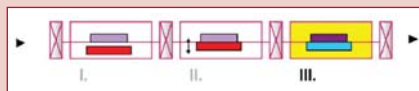
wird die Heizplatte abgesenkt und der Werkstückträger in die nächste Kammer transportiert.

Kammer 2: Löten



Der Heizprozess über Kontaktwärme wird in inerte Atmosphäre weitergeführt. Bereits während des Heizvorganges wird Vakuum zur sicheren Beseitigung von Lunkern eingesetzt. Der gesamte Lötprozess läuft im üblichen Zeitrahmen für Reflow-Prozesse ab und wird nicht, wie bei anderen Verfahren unvermeidbar, durch den Vakuumprozess verlängert. Nach Abschluss des Heizvorganges wird der Werkstückträger in die nächste Kammer zur Kühlung transportiert.

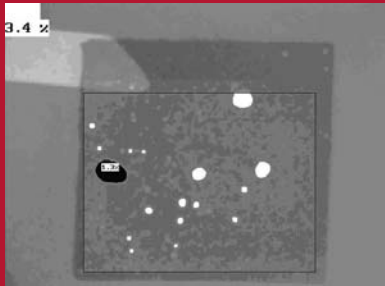
Kammer 3: Kühlen



Gekühlt wird in inerte Atmosphäre. Dabei wird ebenfalls die Temperatur am Substrat erfasst, die Kühlplatte in Kontakt gebracht. Die Substrate werden mit einem geregelten Gradienten gekühlt. Alle Prozessschritte werden kontinuierlich überwacht und die Daten zur Qualitätsüberwachung und Rückverfolgbarkeit aufgezeichnet.

Lötversuche

Gelötet wurden gleichzeitig Chips auf DBC-Substrate (mit Lotpaste) und die DBC-Substrate auf Kupferbasisplatten (mit Preforms und Flußmittel)



■ Lötverbindung gefertigt auf einer VADU 300 ohne Vakuum
Lunkeranteil: 3,4%
Geringe Lunkerbildung durch das eingesetzte Heizverfahren



■ Beispiel einer Lötverbindung gefertigt auf einer VADU 300 mit Vakuumeinsatz
Lunkeranteil: 0,1%



■ Beispiel einer Lötverbindung gefertigt auf einer VADU 300 mit Vakuumeinsatz
Lunkeranteil: <0,1%

▶ entstehenden Wasserdampfes zu ermöglichen und somit einen kritischen „Vulkan-Effekt“ zu vermeiden.
Vorteil: Da bereits während der Aufheizung der Baugruppe Vakuum eingesetzt werden kann, ist eine Verlängerung der Zeit über dem Schmelzpunkt für den Vakuumprozess – wie bei anderen Verfahren mit Vakuumeinsatz üblich – beim VADU-Lötprozess nicht erforderlich.

■ Flexibilität in der Prozessführung

Alle Prozessparameter wie Temperaturgradienten, Vakuumprofile, eingesetzte Prozessgase und die Prozesszeiten in den einzelnen Kammern sind sehr flexibel und mittels Programm veränderbar. Beim Einsatz eines geeigneten Identifi-

zierungssystems, wie z.B. Barcode-Erkennung, ist auch ein Mischbetrieb möglich. Somit lassen sich kleinste Losgrößen mit sehr unterschiedlichen Prozessprofilen gefertigt werden. Einem Fertigungslos bzw. Werkstückträger mit bleifreiem Lot kann unmittelbar ein Werkstückträger mit bleihaltigem Lot folgen. Für jede Aufgabenstellung können optimale Prozessbedingungen ermittelt und homogene, lunkerfreie Lötverbindungen realisiert werden.

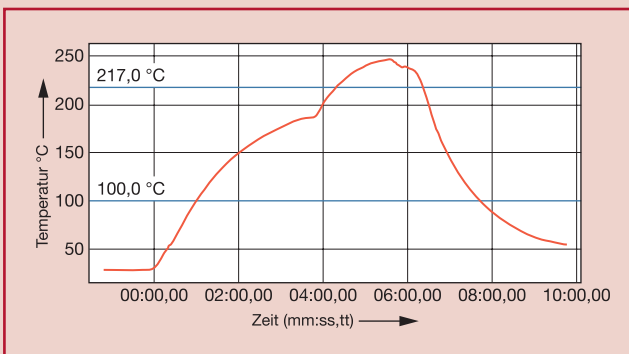
■ Thermische Belastung der Bauteile

Die Erwärmung der Substrate auf Löttemperatur erfolgt durch Kontakt zwischen der Heizplatte und der Grund-

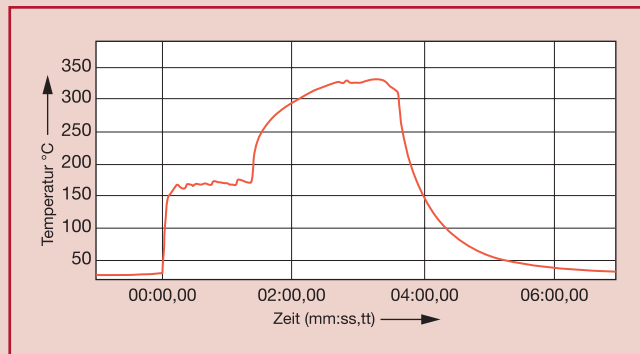
platte der Substrate. Erst wenn dieses massereiche Bauteil seine Benetzungstemperatur erreicht hat, überträgt sich die Wärme auf die darüber liegenden Bauteile, wie DBC-Substrate und elektronische Komponenten, sowie auf die Preforms und/oder Lotpasten und schmilzt das Lotdepot für die Lötverbindung auf.

Vorteil: Die Zeit, in der wärmempfindliche Komponenten den Löttemperatur ausgesetzt sind, ist somit sehr kurz und die Temperaturen sind begrenzt. Bei anderen marktüblichen Heizverfahren werden verfahrensbedingt sowohl alle Komponenten als auch die Preforms/Lotpasten zum gleichen Zeitpunkt den

Reflow-Profile auf der Inline-Anlage VADU 300 mit zwei Heizkammern und einer Kühlkammer:



■ Temperaturverlauf beim Aufheizen und Abkühlen, wie er heute beim Reflow-Löten mit bleifreien Lotpasten üblich ist. Die Prozessparameter sind sehr flexibel und lassen sich in einem weiten Rahmen dem individuellen Substrat und Kundenspezifikationen anpassen.



■ Effiziente Kontaktwärmeübertragung: Temperaturverlauf mit sehr hohen Gradienten beim Aufheizen und Abkühlen. Gelötet wurden Chips auf Kupferbasisplatten mit über 300 g Gewicht, unter Verwendung von Preforms (Pb5Sn). Die Haltezone dient der Aktivierung mit Ameisensäure.

Inline-fähige Vakuumlötanlagen

Auf Wunsch von Anwendern nach einer inline-fähigen Lötanlage mit Vakuum hat die Firma PINK, Spezialist für Vakuumtechnik, die Löttechnik VADU entwickelt. Die Aufgabenstellung war das großflächig lunkerfreie Löten von Leistungsmodulen. Das von PINK entwickelte Verfahren hat sich bereits in langjähriger Serienproduktion bewährt und ist weltweit durch Patente geschützt.

Der kontrollierte Einsatz von Vakuum während des Lötprozesses reduziert die Bildung von Lunkern auf ein Niveau von üblicherweise unter 1%. Grundsätzlich lassen sich mit dieser Anlagentechnik alle marktüblichen Lötprofile realisieren und Hochtemperaturlote bis zu Prozesstemperaturen von 400 °C verarbeiten. Weitere Merkmale der Anlagen sind hohe Flexibilität, Prozesssicherheit und Rückverfolgbarkeit der Prozessparameter.

hohen Löttemperaturen ausgesetzt. Die große Masse der Grundplatte benötigt dabei zwangsläufig mehr Zeit, um die Benetzungstemperatur zu erreichen. Während dieser Zeit schmelzen aber bereits die Preforms/Lotpasten auf und

erzeugen möglicherweise zusätzliche Lunker oder Fehlstellen.

■ Rückverfolgbarkeit

Der gesamte Prozessablauf erfolgt kontrolliert und unter reproduzierbaren Prozessbedingungen. Sowohl das

Temperaturprofil und die Prozessatmosphäre als auch das Vakuumprofil sind voreinstellbar. Die tatsächlichen Werte werden permanent erfasst und archiviert. Zur Chargenrückverfolgung lassen sich diese Daten jederzeit den gefertigten Werkstückträgern zuordnen. (cm)

*PINK Vakuumtechnik
Tel. +49(0)9342 9190*

www.elektronikpraxis.de

■ Vakuumlöten im Durchlauf:
Detaillierte Informationen zu den VADU-Anlagen von PINK

■ Vakuum-Kondensationslöten:
Ergebnisse eines Projektes unter Federführung von Rehm Anlagenbau

■ Porenbildung in bleifreien Lötverbindungen: Ergebnisse aus dem Projekt EUREKA Leadfree 2004

InfoClick

157132