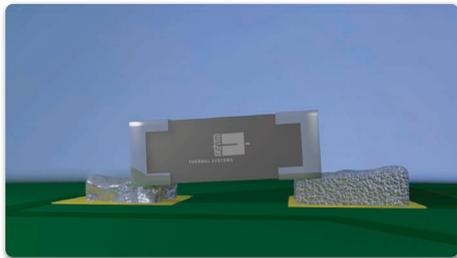
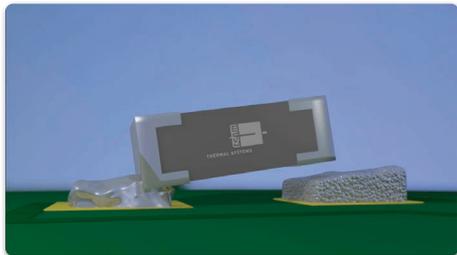


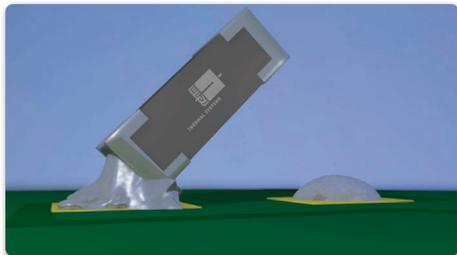
Die Kunst des Lötens – Fehlerquellen kennen und vermeiden (Teil 2)



Beginn des Reflow-Lötens



Pastendepot links ist geschmolzen, Bauteil wird aufgerichtet



Pastendepot rechts ist aufgeschmolzen, kann aber den Anschluss nicht mehr erreichen

Löten, eine Technik mit Ursprung im antiken Ägypten, ist heute unverzichtbar in der Elektronikfertigung. Trotz aller Fortschritte können dennoch Fehler auftreten, die zu unzuverlässigen Lötverbindungen und somit zu Fehlfunktionen bis hin zu einem Ausfall des Endprodukts führen können. Daher ist es wichtig, die Ursachen von Lötfehlern zu kennen, um präventiv handeln zu können. Mit unserer Kompetenz in der Löttechnik unterstützen wir unsere Kunden seit über 30 Jahren bei allen Fragen und Problemen im Bereich des Reflow-Lötens und geben im Folgenden einen Überblick über einige Ursachen für die Entstehung von Tombstones.

Blick zurück

Das Löten hat eine lange Geschichte, die bis ins antike Ägypten zurückreicht. Heute spielt es unter anderem bei der Herstellung von Elektronik eine unverzichtbare Rolle. Trotz zahlreicher Entwicklungen in der Löttechnik können dennoch Lötfehler auftreten, die dazu führen, dass elektronische Bauteile nicht zuverlässig verbunden werden.

Solch eine fehlerhafte Lötverbindung bewirkt, dass der Stromkreis nicht zuverlässig geschlossen wird, was zu Fehlfunktionen und sogar zum Ausfall des Endproduktes führen kann. Darüber hinaus können defekte Verbindungen hohe elektrische Widerstände und somit eine erhöhte Wärmeentwicklung zur Folge haben, die den Bauteilen schaden bzw. Brände auslösen kann.

Unzuverlässige Endprodukte und Sicherheitsprobleme: Sie schaden der Reputation eines Unternehmens und dem Vertrauen der Kunden in die Marke. Deshalb bemühen sich Hersteller, Lötfehler schon während des Fertigungsprozesses zu identifizieren, und fehlerhafte Leiterplatten auszusortieren bzw. zu reparieren, was jedoch mit deutlich höheren Kosten verbunden ist.

Darüber hinaus kann auch vor und während des Lötprozesses die Wahrscheinlichkeit von Lötfehlern verringert werden: Im Folgenden werden einige Ursachen für die Entstehung von Tombstones diskutiert.

Tombstones

Tombstones bzw. Grabsteine entstehen, sobald die eine Lötstelle zweipoliger Bauteile (z. B. Kondensatoren oder Widerstände) vor der anderen schmilzt. Ist dies der Fall, so stellen die angreifenden Benetzungskräfte und die Oberflächenspannung des flüssigen Lotes das Bauteil einseitig auf (vgl. Bell et al. 2019: 94). „Voraussetzung für das Aufrichten ist, dass sich ein genügend großes Kräfteungleichgewicht zwischen der Gewichtskraft des Bauelements und den

wirkenden Benetzungskräften sowie der Oberflächenspannung eingestellt hat“ (Bell et al. 2019: 95). Somit liegt die Vermutung nahe, dass bei einer Lotpaste mit einer geringeren Oberflächenspannung die Gewichtskraft des Bauteils ausreicht, um dieses in seiner Position zu halten, und infolgedessen das Auftreten von Tombstones reduziert werden kann. Dagegen stehen jedoch bleifreie Lote mit einer höheren Oberflächenspannung und geringeren Tombstoneraten (vgl. Bell et al. 2019: 95). Stattdessen sprechen die Ergebnisse mehrerer Untersuchungen (vgl. hierzu auch Nowotnick & Trodler 2010: 153ff.) für einen Zusammenhang zwischen zunehmender Benetzungszeit und abnehmenden Tombstoneraten (vgl. Bell et al. 2019: 96-99).

Um dem asynchronen Schmelzen von Lötstellen und somit dem Entstehen von Tombstones entgegenzuwirken, können größere Mengenunterschiede zwischen den Pasten beider Anschluss pads verhindert werden, da das kleinere immer vor dem größeren Lotdepot aufschmilzt (vgl. Bell et al. 2019: 100f.).

Ebenso kann die Transportgeschwindigkeit dem Tombstone-Effekt entgegenwirken. So steigt mit einer zunehmenden Geschwindigkeit das Risiko, dass das Lötgut nicht gleichmäßig durchwärmt wird und eine Lötstelle früher aufschmilzt als die andere (vgl. Bell et al. 2019: 101f.).

Auch das Lötprofil beeinflusst die Tombstone-Bildung: In Abhängigkeit von der Lotpastenformulierung, dem Leiterplattendesign sowie Druck- und Bestücktoleranzen können die Tombstones sowohl beim linearen als auch beim sattelförmigen Profil vorkommen. Wenn Pads über Masseanbindung, mehr Kupferlagen in der Nähe, Vias etc. verfügen, tendiert die Lotpaste aufgrund der größeren thermischen Masse zu einem späteren Aufschmelzen (vgl. Bell et al. 2019: 102f.). Um diesem Effekt entgegenzuwirken, kann das Sattelformprofil von Vorteil sein, weil es durch die Haltephase die Temperaturverteilung in der Baugruppe homogenisiert.

Neugierig geworden?

Die Technologiehandbücher von Rehm Thermal Systems befassen sich mit vielen weiteren spannenden Themen rund um das Reflowlöten: Beschäftigen Sie sich noch intensiver mit der Zuverlässigkeit von Weichlötverbindungen sowie weiteren Lötfehlern oder tauchen Sie ein in die Technologie und Technik des Weichlötens. Erfahren Sie, welche Auswirkungen Reflowprofile auf den Lötprozess und das Lötresultat haben, und was es mit Bottom Termination Components und Migration auf sich hat. Bestellen können Sie die Bände per E-Mail: sales@rehm-group.com ◀