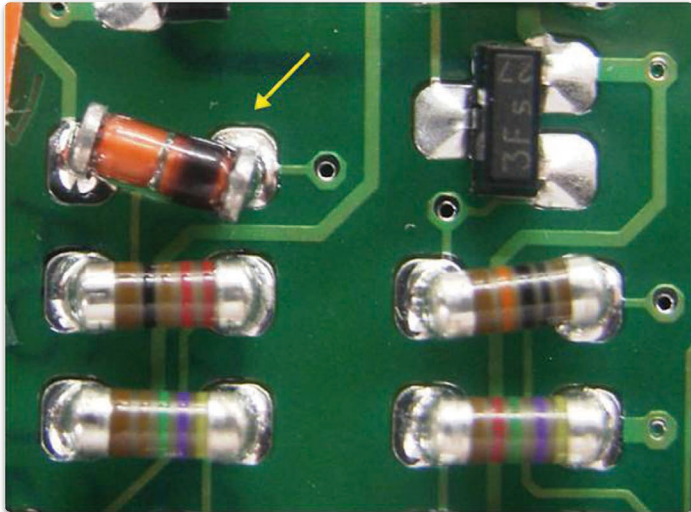


Die Kunst des Lötens – Fehlerquellen kennen und vermeiden

Der Beitrag gibt einen Überblick über einige Ursachen von versetzten sowie fehlenden Bauelementen.



Versatz einer Glasdiode

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 Kompetenz in der Löttechnik unterstützt Rehm Thermal Systems Kunden seit über 30 Jahren bei allen Fragen und Problemen im Bereich des Reflow-Lötens.

Fehler und Folgen

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 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 von versetzten und fehlenden Bauelementen aufgezeigt.

Versetzte Bauelemente

In der Vergangenheit waren in bleihaltigem Lot schwimmende Elektronik-Baugruppen in der Lage, während des Lötprozesses eine leichte Verschiebung der Bauteile beim Bestückungsvorgang zu korrigieren (Selbstzentrierungseffekt bzw. Selfalignment). Da Baugruppen aufgrund von der geringeren Benetzungskraft sowie der niedrigeren Dichte und folglich einer schwächeren Auftriebskraft tiefer in bleifreie Lote einsinken, ist dieses Phänomen hier weniger ausgeprägt (vgl. Bell et al. 2019: 81f.). Dennoch kann auch im Bereich der bleifreien Lote durch die Wahl einer Lotpaste mit einer hohen Benetzungskraft das Auftreten von versetzten Bauelementen nach dem Löten reduziert werden (vgl. Neathway et al. 2008: 7ff.).

Darüber hinaus muss auf die Größe der Pads geachtet werden: „Bei zu großen Pads besteht stets die Gefahr, dass beim Aufschmelzen von zunächst nur einem Pastendepot das Bauelement ein Drehmoment erfährt. Schmilzt dann das zweite Pastendepot auf, reicht die Benetzungsdynamik des Lotes nicht aus, das Bauelement zu zentrieren“ (Bell et al. 2019: 84).

Zu lange Vorhänge im Einlauf des Ofens können durch eine Berührung ein Umfallen oder eine Verschiebung der Baugruppen bewirken. Auch ein schlechter Zustand der Transportketten kann Erschütterungen zur Folge haben, durch die sich größere, schwerere Bauteile auf den Leiterplatten bewegen können (vgl. Bell et al. 2019: 88f.).

Ebenso besteht beim Löten der zweiten Seite der Leiterplatte die Gefahr, dass Lötverbindungen auf der anderen Seite wieder getrennt werden und sich Bauteile, teilweise oder vollständig, ablösen. Um dem entgegenzuwirken, muss die Tragkraft des flüssigen Lotes mindestens doppelt, idealerweise viermal so groß sein wie die Gewichtskraft

der unterschiedlichen Bauteile. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Tragkraft auch von äußeren Gegebenheiten, wie z.B. Erschütterungen, sowie der sich ändernden Oberflächenspannung des Lotes in Abhängigkeit von der Temperatur beeinflusst wird (vgl. Bell et al. 2019: 89-92).

Fehlende Bauelemente

Ist eine Komponente nach dem Löten nicht mehr an der gewünschten Position auf der Leiterplatte zu finden, ist von ihrem „Verblasen“ die Rede. Hierfür ist jedoch nicht, wie häufig angenommen, die Konvektionsströmung verantwortlich. Stattdessen wird während des Lötprozesses eingeschlossene Feuchtigkeit in nahegelegenen Bauteilen, wie z. B. Tantalkondensatoren, als Gas ausgeblasen, was eine Verschiebung von anderen kleineren Elementen zur Folge haben kann. Um dem entgegenzuwirken, sollten Leiterplattenkomponenten trocken gelagert bzw. vor dem Lötprozess getrocknet werden (vgl. Bell et al. 2019: 92f.).

Noch mehr Infos

Die Technologiehandbücher von Rehm Thermal Systems befassen sich mit vielen weiteren spannenden Themen rund um das Reflow-Löten. Weitere Infos: www.rehm-group.com/grundlagen-des-reflowloetens.html

Verweise

Bell, H., Grossmann, G. & Wohlrabe, H. (2019). Reflow Technologie. Grundlagen des Reflowlötens, Teil 3: Zuverlässigkeit und Fehlermanagement (3. Auflage), Rehm Thermal Systems GmbH

Neathway, P., Butterfield, A., Chu, Q., Tokotch, N., Haddick, R., Peallat, J.-M., Shea, C. & Chouta, P. (2008). A Study of 0201's and Tombstoning in Lead-Free Systems, Phase II Comparison of Final Finishes and Solder Paste Formulations. Proceedings APEX 2008

www.ipc.org/system/files/technical_resource/E9%26S07_02.pdf [06.02.2025].