

Bericht der Regionalgruppenveranstaltung in Berlin am 07.11.2019

Am Unternehmensstandort der Firma TechnoLab GmbH in Berlin Siemensstadt traf sich zum letzten Treffen in 2019 die Regionalgruppe Berlin. Marco Schiller, Regionalgruppenleiter Berlin, konnte 40 Teilnehmer begrüßen und bedankte sich beim Gastgeber für die Gastfreundschaft. Für die Firma TechnoLab hieß der Geschäftsführer Olaf Nusche die Gäste willkommen und stellte das Unternehmen vor.

Gegründet 1996 als Buy out der Firma DeTeWe betreut TechnoLab heute mit ca. 30 Mitarbeitern einen internationalen Kundenstamm in zwei Unternehmensbereichen, Analytik und Umweltsimulation für Produkte der Elektronik. Als Ergebnis wird eine breite Palette an Umweltsimulationen und Verfahren der Schadensanalytik zur Verfügung gestellt. Damit unterstützt die Firma in allen Produktionsphasen, Planung, Auswahl, Besprechung und Durchführung, mit Analyse und bestgeeigneten Tests. In der Schadenanalyse werden metallografische Untersuchungen, optische Inspektionen, verschiedene Analysen und vieles mehr an Leiterplatten und Baugruppen durchgeführt. Im Bereich Umweltsimulation werden in modernen Klimakammern Temperatur- und Klimabeständigkeit, Vibration und Schock- und Schadgasempfindlichkeit untersucht. Getestet wird in beiden Bereichen nach gültigen Normen. Für spezielle Fälle wird ein angepasstes Prüfverfahren erstellt.



Olaf Nusche
Geschäftsführer TechnoLab GmbH



Uwe Pape
Referent, Volkswagen AG



Lutz Bruderreck
Geschäftsführer/Referent TechnoLab

Wie in einem großen OEM die Qualitätsstrategie gehandhabt wird, darüber berichtet Uwe Pape, Volkswagen AG, in seinem Vortrag mit dem Titel **Detektion von Fehlstellen auf elektronischen Baugruppen – Prüfmethode aus Sicht eines OEM.**

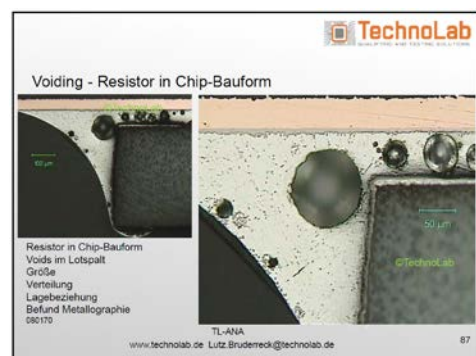
Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme sind heute in den PKW's ein nicht mehr wegzudenkender Bestandteil. Sie müssen sicher funktionieren und immer einsatzbereit sein. Zudem werden zusätzliche Anforderungen wie Hochvolt, Leistung unter der Beachtung von Werkstoffverhalten und Verträglichkeit mit der Umwelt. Zusätzlich sind außerdem die gesetzlichen Gegebenheiten nicht außer acht zu lassen. Kundenwünsche müssen erfüllt werden. Das alles erfordert eine komplexe Vernetzung der Systeme, Sensoren und Aktoren, wobei die Funktionalität und die Energieeffizienz gewährleistet sein muss. Hinzu kommt, dass nicht nur automotivkonforme Bauteile sondern auch Bauteile aus der Konsumertechnik verwendet werden müssen. Änderungen erfordern eine permanente Abstimmung zwischen OEM und EMS.

Zur Qualitätsüberwachung der Bauteile werden neben Standard-Normen und Richtlinien, wie DIN IEC oder IPC, auch hauseigene Vorgaben herangezogen, so z.B. die VW 80808 für Bauelemente und Baugruppen. Hierin sind allgemeine und spezifische Anforderungen für aktive und passive elektronische Bauteile sowie Anforderungen für Baugruppen enthalten.

Für die Auswahl zur Verwendung von neuen Materialien, Metall, Kunststoff oder andere Betriebsstoffe, wird im Hause VW die Norm VW 52000 (Werkstoffliche Bemusterung) herangezogen. In dieser werden unter anderem Anforderungen an Qualitätsnachweise gefordert und Werkstoffprüfungen an Bauteilen beschrieben. Die Durchführung und die Ergebnisse werden in einem Standard-Prüfbericht dokumentiert. Je nach Erfüllungsgrad werden die Auswirkungen auf den Lieferanten unterschiedlich gehandhabt. Bei der Erfüllung über $\Rightarrow 90\%$ ist keine Gegenprüfung unbedingt notwendig, zwischen 90% und $\Rightarrow 80\%$ wird eine Verbesserung verlangt, die durch eine Gegenprüfung der Firma bestätigt sein muss, $< 80\%$ ist der Werkstoff nicht bemusterungsfähig und muss verbessert und von unabhängigen Laboren vor einer erneuten Bemusterung überprüft werden. Für die Analyseanforderungen für die elektrischen und elektronischen Komponenten besteht eine spezielle Liste, VW 80005, in der die Ergebnisse in Ampelform aufgeführt werden.

Für die Prüfungen werden zerstörungsfreie, zerstörende Methoden und andere spezielle Prüfmöglichkeiten verwendet, um die Qualitätsanforderung für die Langzeitzuverlässigkeit, 15 Jahre - 300000 km Fahrleistung, nachzuweisen. Zu den zerstörungsfreien Prüfmöglichkeiten zählt die visuelle Betrachtung der Prüflinge unter dem Mikroskop mit der entsprechenden Einstellung der Vergrößerung. Hierunter fallen die Überprüfungen der Lötstellen, die Beschaffenheit des Leiterplattenrandes, der strukturelle Aufbau der Leiterplatten (Leiterbahnabstände, Unterbrechungen, Stopplackfehler, Verunreinigungen), der Fräsergebnisse auf Rückstände und der Schutzlackierung auf deren Beschaffenheit. Auch in einer weiterführenden Betrachtung der Fehlerstellen in einem AOI-System lassen sich Fehler nicht eindeutig erkennen, sondern erst die Einstellung von verschiedenen Betrachtungswinkeln und die spezielle Aufmerksamkeit eines Mitarbeiters kann Klarheit bringen. Visuelle Prüfmöglichkeiten kommen oft an ihre Grenzen. Der Einsatz von mehreren Prüfverfahren ist aus diesem Grunde dringend zu empfehlen. bzw. bei THT-Lötverbindungen unbedingt notwendig. In den Vortragsfolien sind Beispiele für die vorstehend genannten Prüfungen zu finden.

Voids in den Fügstellen sind nur durch die Röntgenmethode zu detektieren. Je nach Röntgensystem 2D, 2,5D und 3D und Kippung der Ansicht wird die Porenbildung sichtbar. Jedoch auch hier stößt man mit der Bildqualität an Grenzen. Besonders kritisch ist die Ausbildung der Poren an den Grenzflächen der Fügstellen – im Lotspalt und im Lotmeniskus. Die Prozentzahl der Voids kann einmal durch die Berechnung des Systems ermittelt werden oder genauer durch eine manuelle Berechnung. Bei der manuellen Berechnung liegen die ermittelten Werte immer höher, d.h. für einen Qualitätsnachweis sind diese Werte zu empfehlen. Durch entsprechende Filter und nachfolgender mathematischer Bearbeitung kann das erstellte Bild ausgerechnet und der prozentuale Porenanteil damit optimiert werden und es ergeben sich durchaus realistische Werte. Die Klärung des Porenanteiles in einer Fügstelle führt immer wieder zu Diskussionen und wird in einem DKE-Arbeitskreis für die Automobilelektronik in einem gemeinsamen Projekt mit OEM's und Anlagenherstellern bearbeitet. Ziel ist eine ICE-Norm mit definierten Anweisungen und Aussagen zur Porenbildung.



Quelle: Vortragsfolien Lutz Bruderreck, TechnoLab

Für die Qualität und in der Serie sind weitere alternative Prüfmöglichkeiten gegeben. Um aktive Flussmittelrückstände zu ermitteln werden durch Auftrag einer Chemikalie, die problemlos wieder abgewaschen werden kann, die Verunreinigungen sichtbar. Nachweis für ionische Kontaminationen nach IPC 6012, die ursprünglich nur für Leiterplatten in der Fertigung vorgesehen waren werden

zukünftig auch bei VW zum Qualitätsnachweis erforderlich sein. Detektion von Fehlstellen in der Beschichtung können mit einfachen Mitteln in kurzer Zeit ermittelt werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch Miniaturisierung der Bauteile, <0201, der Herstellung von gestackten Modulen, eingebetteten Bauteilen und Verwendung von IMS-Baugruppen die Überprüfung immer schwieriger wird. Festlegung für den Nachweis von Fehlstellen müssen noch erstellt werden. Die Elektronik im Automotivbereich ist nicht mehr eine „Black Box“, sondern die Zuverlässigkeit der Systeme ist für den Betrieb der Fahrzeuge extrem wichtig.



Blick ins Gremium und Kaffeepause

Als Fortführung zum ersten Vortrag referiert Lutz Bruderreck, TechnoLab GmbH, über das Thema **Bewertung von Bauelementen und Leiterplatten auf Ursachen für Voiding in Lötverbindungen**. Als Verantwortlicher für den Bereich Analytik werden in seinem Bereich Zuverlässigkeitsuntersuchungen, Lebensdauerberechnungen, Konformitätsbewertungen, Schadensanalysen und kundenspezifische Untersuchungen durchgeführt und anschließend entsprechende Berichte und Gutachten erstellt. Der Lösung vieler Probleme geht die Analytik voraus. Die dazu notwendigen Hilfsmittel sind Befunde aus den Untersuchungsmethoden, Regelwerke und interne Erfahrungen um damit letztendlich ein technisches Beweismittel zu erstellen. Sorgfältig interpretierte Untersuchungsergebnisse und festgelegte Untersuchungsziel führen zu belastbaren Beweismitteln.

Um zu einem Verständnis für die Bildung von Voiding zu kommen, zeigt der Referent das Zustandekommen einer Lötverbindung auf. Viele Faktoren gilt es dabei zu beachten,

- Aufbau der Bauelemente,
- Beschaffenheit des Schaltungsträgers (Leiterplatte),
- Verwendung des Lötmaterials und des verwendeten Flussmittels,
- Lagerung, Sauberkeit und Vorbehandlung der Fügepartner,

sind nur einige wichtige. Die Abfolge zum Zustandekommen beginnt bei der Aktivierung der Oberfläche und führt über die Benetzungseigenschaften des Lotmaterials zu einer metallurgischen Wechselwirkung zwischen den Fügepartnern, wobei die Ausbildung der intermetallischen Phase in der Erstarrungsphase ein wichtiges Kriterium darstellt. In den meisten Fällen erfolgt die Erstarrung des Lotmaterials vor der Unterschreitung des TG-Wertes der Leiterplatte. Eine Volumenänderung bei den Weichloten findet statt und führt zu mechanischen Spannungen innerhalb der Fügestelle. An den Grenzflächen der Fügepartner bilden sich Diffusionszonen aus, die von unterschiedlichen Faktoren abhängig sind. Die Ausbildung der intermetallischen Phase ist nur durch Präparation von Proben

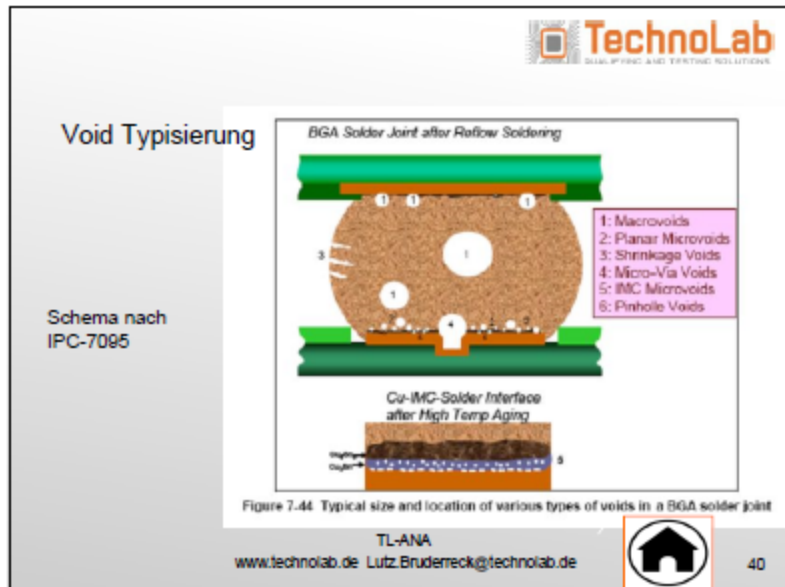
(Schliffe) festzustellen und stellt das wichtigste Qualitätsmerkmal der Lötverbindung dar. Der Lotspalt zwischen den beiden IMZ (intermetallische Phase), ein plastisch Verformbarer Bereich in der Füge­stelle, kann auf den thermomechanischen Einfluss während der Erstarrung erfolgreich reagieren. Die IZM wächst während der Erstarrung weiter zu und in dem verbleibenden Lotspalt können sich dann Folgeschäden, wie Fehlstellen, Hohlräume oder andere Einschlüsse, ausbilden, als das Voiding benannt..

Diese führen zu unvollkommenen Lötstellen und charakterisieren den Effekt des Auftretens von Fehlstellen innerhalb des Lotmaterials und an den Grenzflächen der Füge­stelle. Sie können entstehen durch nicht ausgetretene Gasblasen oder Dampfblasen durch die Zersetzungsprodukte von Flussmittelmaterialien, durch eingebettete Feststoffe bzw. durch Materialschrumpfungen währen des Lotvorganges. Andere verwendete Begriffe sind Lunker oder Blasen.

Das Voiding betrifft alle gängigen Lotwerkstoffe und Lötverfahren. Es kann erheblich durch Änderung der Prozessparameter im Lötverfahren, Einstellung des Lötprofils, Anpassung der Abkühlzeit und Verwendung von Vakuumkammern vermindert werden. In den Regelwerken werden nur die Bewertungen von Lötverbindungen für BGA und LGA beschrieben. Unterschieden werden verschiedenen Typen, Macro Voids, Shrinkage Voids (Schrumpfungs Voids), Microvia-Voids, um nur einige zu nennen (siehe auch nebenstehende Vortragsfolie).

Bei der Entstehung von Voids Quelle; Vortragsfolien Lutz Bruderreck, TechnoLab GmbH sind unterschiedliche Gefü­ge­merkmale in der Lötverbindung zu betrachten. Um Voids zu bewerten sind zerstörungsfreie und zerstörende Methoden notwendig. Die wichtigste zerstörungsfreie Methode ist die Röntgen-Anwendung. Die zerstörende Methode verwendet die Metallographie mit der Bewertung der Bruchstellen nach der Zerstörung der Lötverbindung. Typische Void-Formen sind einzelne blasenartige Gebilde, Ketten von mehreren Fehlstellen oder auch fadenförmige Gebilde. Der Unterschied von fadenförmigen Voids und Schwindungs-Voids ist nicht immer einwandfrei festzustellen. Nachweis von Shrinkage Voids ist durch Optische Inspektion und Röntgen nicht sicher, nur die Metallographie an der Schadensstelle bringt einen bewertbaren Hinweis. Eine eindeutige Definition zwischen Micro- und Nanovoids ist nicht verfügbar. Der in der Literatur genannte zulässige Anteil von 25% Voids in der Lötverbindung bezieht sich auf das gesamte Volumen und ist unabhängig von der Lage der Voids und damit unscharf für eine Schadensbeurteilung. Nach der Auswahl des Präparationsortes und der Aufbereitung der Probe und Anwendung verschiedener Bewertungsmethoden kann auf das Verhalten der Lötverbindung in Bezug auf Lagerung, Langzeiteffekte Whisker, Migration und Korrosion geschlossen werden.

Bei der Analytik der Lötverbindungen für BGA's kann das Voidvolumen und die Typisierung des Voids sowie eine umfangreiche Bewertung der Gesamtlötverbindung durchgeführt werden. Rückschlüsse auf unzureichendes Layout, speziell bei Vias in Pad, sind möglich. Zahlreiche Schliffbilder in den



Vortragsfolien untermauern die Aussagen. Im Zusammenhang mit der Ausführung der Leiterplattenoberfläche sind ebenfalls unterschiedlich Schadensfälle zu analysieren.

Bei der Bildung von Voiding beim Einsatz von Zweipolern sind besonders Widerstände in Chip-Form, Keramik-Chip-Kondensatoren, Varistoren, PTC- und NTC-Bauteile sowie Induktionsbauteile in Chip-Form auffällig. Ausbildungsformen der Voids sind kugelige Gebilde, Schwindungs-Voids, Voids mit sehr großen Volumen sowie Ketten von Voids. Konturen der Terminierung und Ausführung der Oberfläche der Bauteile sowie die Mengen des Lotmaterials beeinflussen ebenfalls die Voidentstehung. Bei SMD-Widerständen hängt das Voidingverhalten wesentlich von der Terminierung ab. Ein kritischer Zustand wird erreicht, wenn der Lotspalt in seiner ganzen Fläche nicht ausgefüllt ist. Auch hierfür sind in den Vortragsfolien entsprechende Schlibfbilder enthalten.

Vorgaben für die Zuverlässigkeit sind im Entwurf der DIN EN 61709_2015-01 und in der DIN IEC 61191-6 Draft 2007-1 zu finden. Zusammenfassend ist festzustellen, dass Voids durch viel verschiedene Ursachen entstehen können. Zur Feststellung können zerstörungsfreie und zerstörende Analysen herangezogen werden. Große kompakte Voids in einer Lötverbindung stellen nicht unbedingt eine Schwächung dar. Kritisch sind Voids an den Grenzflächen der Fügestellen.

Quellen: Vortragsfolien: Detektion von Fehlstellen auf elektronischen Baugruppen – Prüfmethode aus Sicht eines OEM; Uwe Pape, Volkswagen AG

[Bewertung von Bauelementen und Leiterplatten auf Ursachen für Voiding in Lötverbindungen, Lutz Bruderreck, Firma TechnoLab GmbH](#)

Die Vortragsfolien können mit Genehmigung der Firmen auf der FED-Website eingesehen werden

Klaus Dingler
Regionalgruppenleiter