

## Bericht der Regionalgruppenveranstaltung in Berlin am 28.01.2019

Wie in den vergangenen Jahren so fand auch diesmal wieder die erste Veranstaltung der Regionalgruppe Berlin in der Beuth Hochschule Technik Berlin statt.

Nach kurzer Begrüßung der zahlreichen Teilnehmer durch den Regionalgruppenleiter Marco Schiller stellte Prof. Lewkowicz, Prodekan für den Bereich Elektrotechnik, Mechatronik und Optik, die Neuerungen an der Hochschule vor. Die Zahl der Studierenden wird immer größer, ca. 30.000 Studenten sind in den verschiedenen Fachrichtungen eingeschrieben. Durch Umstrukturierung wurden neue Studiengänge wie elektrotechnische Robotik, elektrotechnische Mechatronik geschaffen. Die Ausbildung in den Studiengängen wird ab den neuen Semestern projektbezogen ausgerichtet sein. Vom ersten bis zum letzten Semester werden Geräte und Systeme im Mittelpunkt stehen und am Ende eine große Fertigungstiefe erreichen. Durch dieses Vorgehen hofft man die Industrie und kleine Mittelständische Unternehmen für die Vergabe von Forschungsaufgaben zu interessieren.

Im Anschluss daran berichtete der Regionalgruppenleiter Marco Schiller an Hand der FED-Präsentation über den FED und seine Aufgaben und Leistungen. Hingewiesen wurde auf die Jahreskonferenz 2019 am 26. und 27. September 2019 in der Hansestadt Bremen. Wie in den Vorjahren wird das Konzept der Fachvorträge und der Key-Vorträge an beiden Tagen zum Auftakt der Veranstaltung der vergangenen Konferenzen ähneln. Die neuen eigene Dokumente sowie die Übersetzungen der IPC-Richtlinien wurden vorgestellt und auf den Bezug über den Webshop hingewiesen. Für unsere Mitglieder wurde noch einmal auf die Benutzung des Dienstleisterverzeichnisses empfohlen und die Vorgehensweise bei der Eintragung der Firmendaten vorgestellt.



Prof. Lewkowicz  
Prodekan HS Beuth



Referent Helge Schimanski  
Fraunhofer ISIT Itzehoe

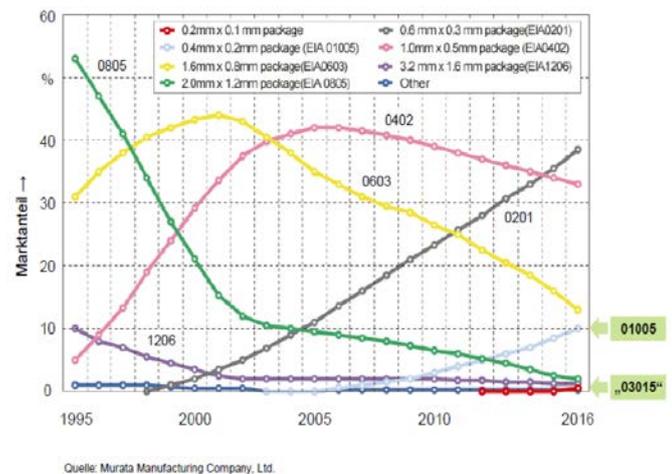
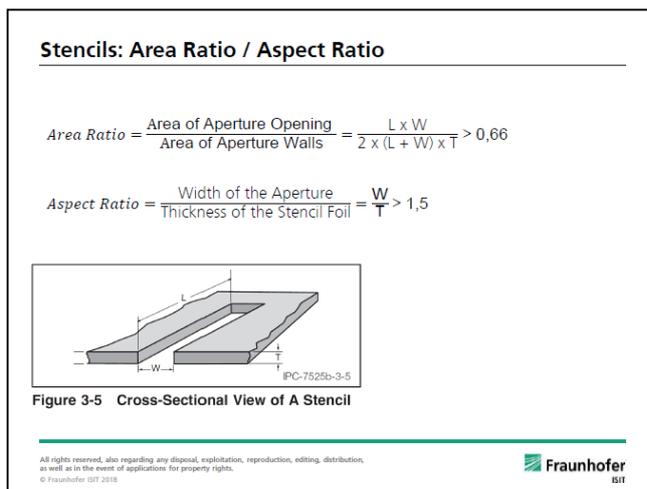


Referent Dr. Nils Kopp  
TAMURA ELSOLD GmbH

Helge Schimanski vom Fraunhofer ISIT in Itzehoe berichtete im ersten Vortrag über **Herausforderungen im Lotpastenauftrag**. Das Forschungs- und Entwicklungszentrum für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik leistet seit 1995 einen wichtigen Beitrag zur Fertigung qualitativer Baugruppen.

In vielen Geschäftsfeldern, Leistungselektronik, MEMS-Anwendungen (Micro Electrical Mechanical Systems) und Mikro-Fertigungsverfahren, werden Vorgaben und Empfehlungen für die Prozesstechnik erarbeitet. Die dafür notwendigen Einrichtungen stehen im Hause zur Verfügung.

Treiber für die Miniaturisierung ist nicht nur die Kleinheit der Bauelemente und damit auch der Anschlussflächen sondern auch die Anwendung von Baugruppen für die Automobilelektronik mit komplexen Leiterbahnstrukturen. Nicht alle Funktionen lassen sich integrieren sondern sie werden durch miniaturisierten Bauteilen auf den Baugruppen realisiert. Das Diagramm auf der nächsten Seite zeigt deutlich den Trend in dem letzten Jahrzehnt an. Eine besondere Herausforderung ist der Auftrag des Lötmittels auf den Anschlussflächen. Zur Ermittlung optimaler Lotdepots durch Pastenauftrag ist von der ISIT ein Testboard entworfen worden, deren Herstellung mit einigen Schwierigkeiten verbunden war. Erst nach Verringerung der Anschlussflächen und der Höhe des Kupferauftrages konnte ein zufriedenstellendes Testboard gefertigt werden. Der Auftrag der Lötdepots ist nur mit hochwertigen Schablonen mit Dicken von 100µm und 80µm möglich. Dabei ist die Optimierung der Area Ratio zu beachten. Entsprechende Vorgaben sind den Folien vom Fraunhofer ISIT zu entnehmen.



Quelle: Folienvortrag Helge Schimanski Fraunhofer ISIT

Wie sich die Area Ratio im Zusammenwirken mit dem Schablonendicken und der Form der Anschlussflächen ändern kann, zeigt ein Beispiel im Folienvortrag für ein optimales Design von 0402-Bauelementen. Hochwertige Schablonen können die Effizienz des Pastenauftrages erhöhen und das erforderliche Area Ratio beeinflussen. Das Nominalvolumen beim Auftrag der Lotpaste ist von der Größe der Öffnung abhängig. Für die Miniaturbauelemente ab 0402 durchschnittlich kleiner als 100% des Nominalvolumens und bei den größeren Bauelementen ca. 140% des Nominalvolumens. Zu viel Lotauftrag kann zum Kippen des Bauelementes führen, zu wenig Auftrag führt zu einer schadhafte Fügestelle. In den Vortragsfolien wird der Lotpastenauftrag mit unterschiedlicher Area Ratio und verschiedenen Schablonen in Diagrammen dargestellt.

Ein zweiter Durchlauf mit einem Testboard mit optimierten Anschlussflächen und für den Pastenauftrag mit einer Variation der Schablonenöffnung wurden verbesserte Ergebnisse erzielt, die im Folienvortrag dargestellt werden. Grundsätzlich ist auf die Reinheit der Schablone zu achten. Röntgeninspektionen und Schlitze können die Lötresultate zur Überprüfung eingesetzt werden. Eine ausreichende Scheerfestigkeit muss in Versuchen nachgewiesen werden. Eine abgestimmte Kombination zwischen dem Auftragsverfahren, der Lotpaste und der Schablonenöffnung garantieren ein gutes Druckergebnis. Aus den Ergebnissen ergab sich für ein 0402 Bauelement das in den Folien gezeigte empfohlene Schablonendesign.

Für Sonderanwendungen sind besondere spezielle Lösungen notwendig. So fordern überlange Leiterplatten gerade an den Verbindungsstellen einen präzisen Druck. Für Hf-Anwendungen ist die

Form der Anschlussflächen und deren Oberfläche und die Menge und Zusammensetzung der Lotpaste mit dem Flussmittel zu beachten. Eine geeignete Kombination führt dabei zu einem qualitativ guten Ergebnis. Gleiche Herausforderungen bestehen bei Leiterplatten mit Kavitäten. Hierbei können Stufenschablonen, Pump-Print oder auch Jetprinten zu einem guten Ergebnis führen. Beim Rework von Baugruppen ist ein selektiver Auftrag von Lotpasten auf das Bauteil bzw. auf die Lötfläche zum Aufschmelzen der Fugestelle notwendig. Dieses stellt besondere Herausforderungen an die Schablone und die Form des Auftrags der Lotpaste. Dünne Schablonen mit zahlreichen Öffnungen und die Verwendung einer feinkörnigen Paste sind für das Waferballing Voraussetzung. Die Verarbeitung ist nur unter Reinraum-Bedingungen möglich, eine ordentliche Reinigung nach dem Prozess notwendig. Bei großflächigen Pastendepots z.B. dem Druck von Sinterpasten muss der Raket dem Prozess angepasst werden.

Generell ist zu beachten, dass die Herstellung von qualitativ hochstehenden Baugruppen nur mit einem optimierten zuverlässigen Prozess möglich ist.



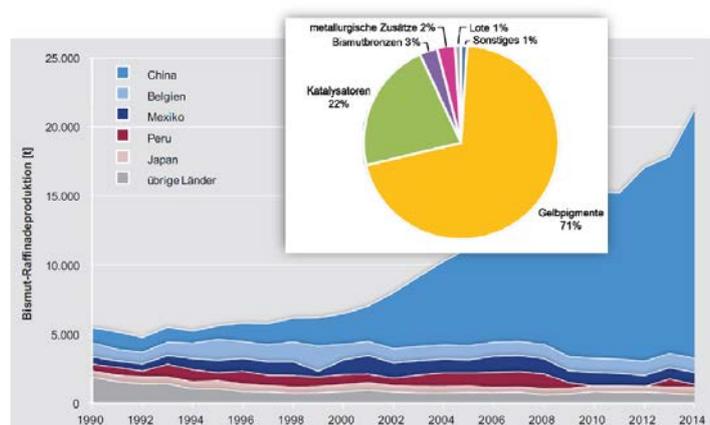
Impressionen aus der Veranstaltung

Zum Thema „**Niedrig schmelzende Lotmaterialien**“ referiert Dr. Nils Kopp, Entwicklung und Anwendungsberatung in der Firma TAMURA ELSOLD. Hervorgegangen aus den Bleiwerken Goslar entsteht 1954 die Handelsmarke ELSOLD und 2010 die Tochtergesellschaft ELSOLD GmbH die 2013 eine neue Fabrik in Ilsenburg eröffnet. Nach anfänglicher Zusammenarbeit mit TUMARA wird 2017 ELSOLD Mitglied der TUMARA-Group. Im Portfolio der Gruppe finden sich durch diesen Zusammenschluss Lotpasten, Flussmittel und Festlote.

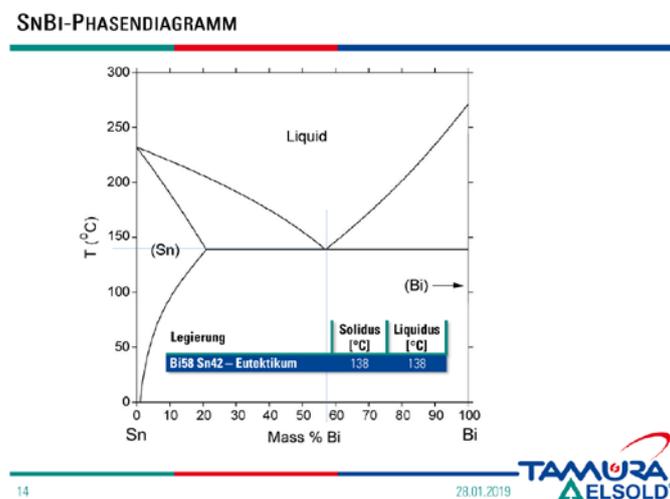
Für temperaturempfindliche Bauteil, für 2-Stufen-Lötprozesse sowie zur Energieeinsparung ergibt sich die Notwendig zur Anwendung von niedrig schmelzenden Loten.

Die feste Bi58Sn42 Legierung (Eutektikum) hat einen Liquidus und Solidus von 138°C. Andere Bismutlegierungen liegen noch niedriger bis zu 58°C Liquidus-/Solidustemperatur. Im Preisvergleich liegt Bismut mit 7,00€/kg vor Sn, Ag und In. Die Kosten der Wismutlegierung Bi58Sn42 betragen ca.11,00€/kg. Bismut ist ein Sondermetall weder ein Industrie- noch ein Hightechmetall. Es gibt große Lagerstätten und ausreichende Möglichkeiten der Gewinnung als Beiprodukt bei der Aufbereitung

### BISMUT – PRODUKTION & VERWENDUNG



von anderen Metallen. Die Nachfrage steigt jedoch täglich. Die größten Vorhaben und auch die größte Vermarktung liegt in den Händen von China und ist damit nicht unproblematisch. Die Schmelztemperatur von Bismut liegt bei 271,3°C und einer Dichte von 9,78g/cm<sup>3</sup>. Es hat die Eigenschaft sich beim Erstarren auszudehnen. Diese Eigenschaft führt zu Problemen beim Einsatz von Bismutloten im Wellenlötprozess (der Liquidusbereich bei 138°C wird eine geraume Zeit beibehalten, da die Peaktemperatur erst wieder abgekühlt werden muss). Sie sind nur unter bestimmten Prozessvoraussetzungen und Zusatz von Ag für den Wellenlötprozess einsetzbar. Beim Erkalten nach dem Lötprozess muss auf das Ausdehnungsverhalten von Bismut geachtet werden. Mit dem Zusatz erhöht sich das Prozessfenster durch den geringeren Abstand zwischen Leiterplatten- und Schmelztemperatur. Es entsteht im Prozess weniger Krätze, die Kupferauflösung ist geringer und Schädigungen durch niedere Prozesstemperaturen werden vermindert. Die Sprödigkeit führt dazu, dass die Herstellung von Lotdrähten kaum möglich ist. Bevorzugt wird es zur Herstellung von Lotpasten eingesetzt. Aus dem Phasendiagramm ist das Eutektikum und die Temperatur von 138°C ersichtlich.



Quelle Folienvortrag Dr. Nils Kopp TAMURA ELSOLD

Die Lotpasten bestehen aus Flussmittel (Harze, Lösungsmittel Aktivatoren, Korrosionsinhibitoren und Binder) und zu 85%-91% aus Lotpulver. Die unterschiedliche Körnung wird durch Klassen zwischen 2 und 6 gekennzeichnet. Typ 3 und 4 sind für Bismutlegierungen möglich, Typ 5 und 6 wegen zu starker Oxidationsneigung ungeeignet. Bei Mischlotpasten mit SAC-Legierungen steigt der Liquidus bis zu 195°C.

Vorteile bietet die Bismutlegierung durch 40% weniger Energieverbrauch im Prozess und damit Einsparung im Freisetzen von CO<sub>2</sub>. Durch die niederen Temperaturen können auch dünnere Basismaterialien und engere Leiterbahnstrukturen verwendet werden, da das Risiko der Verformung geringer ist. Ebenso verringert sich der Verzug auf den Leiterplatten. Je nach Kombination mit bleihaltigen Legierungsbestandteilen werden die Lastkennzahlen bei einigen Legierungen ungünstiger. Die Mengenverhältnisse spielen dabei eine wesentliche Rolle. Die Lotausbreitung ist mit der Ausnahme auf Nickel-Gold-Oberfläche wesentlich besser, die mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Lotlegierungen sind auf Tabellen in den Vortragsfolien aufgezeigt und gekennzeichnet. Hervorzuhebende Eigenschaften sind:

- Durch den Zusatz von Silber erhöht sich die Duktilität bei Raumtemperatur.
- Die Kriechfestigkeit ist höher als bei SnPb-Legierungen.
- Bei Thermo-Wechsel-Test von 1000 Zyklen zwischen 0°C und 90°C sind Cracks bedeutend kürzer als bei SnPb.

- Längere Lebensdauer bei einem Thermozyklus  $-55^{\circ}\text{C}+125^{\circ}\text{C}$  konnte bei SnBi als bei SAC-Loten festgestellt werden. Bei einem Thermozyklus  $-20^{\circ}\text{C}+110^{\circ}\text{C}$  ist die Lebensdauer kürzer als bei SnPb.
- Die thermische Ermüdung zeigt ein ähnliches Verhalten bei SnBi und SnPb.

Als Fazit

- Eignet sich die Bismutlegierung besonders als Paste im Reflowprozess,
- ein Wellenlötprozess ist mit besonderen Einschränkungen möglich,
- abhängig von Prozess- und Umweltbedingungen ist ein zuverlässiges mechanisches Verhalten von SnBi-Legierungen besser als bei Zusatzlegierungen mit Silber.

Den Abschluss der Veranstaltung bildete eine Führung durch das Leiterplattenlabor der Beuth-Hochschule für Technik Berlin.

Quellen:Vortragsfolien: [Herausforderungen im Lotpastenauftrag](#), Helge Schimanski, Fraunhofer ISIT

[Niedrig schmelzende Lotmaterialien](#), Dr.Nils Kopp TAMURA ELSOLD GmbH

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

Klaus Dingler  
Regionalgruppenleiter