DVS-Projekt 7.034

„Werkstoffauswahl und Prozessgestaltung zur Herstellung porenarmer Weichlötverbindungen“

Stand der Untersuchungen / 24. November 2003

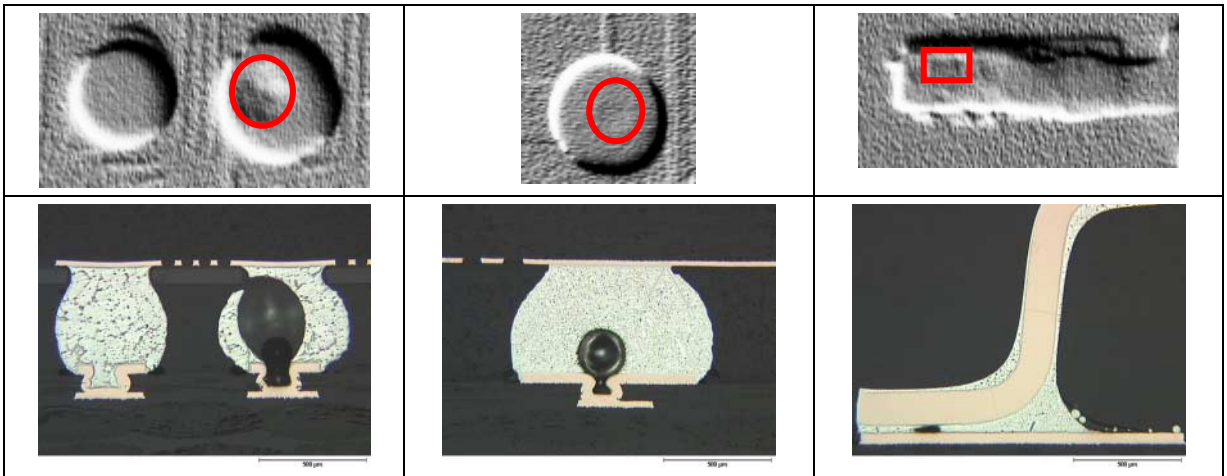
Ziel des Projektes ist die Herstellung von Lötverbindungen mit hoher Qualität und Zuverlässigkeit und einem minimalen Porenanteil insbesondere für miniaturisierte Bauelemente in Verbindung mit sog. Microvia-Leiterplatten. Dabei gilt es die Parameter herauszuarbeiten, die einen entscheidenden Einfluss auf die Porenbildung in Lötverbindungen haben. Bei gegebenen Bauelementformen und Anschlussgeometrien gehören dazu die Oberflächenmetallisierung der Leiterplatten, die Padformen und -größen und die verwendeten Lotpasten. Weiterhin sind die Prozessparameter während des Lötens, die die Porenbildung beeinflussen, herauszuarbeiten. Als Ergebnis der Untersuchungen werden für verschiedene gängige Lötverfahren Prozessvorgaben erarbeitet, die die Herstellung porenarmer, zuverlässiger Lötverbindungen bei Verwendung neuer Bauelementformen in Verbindung mit der Microviatechnik ermöglichen.

Für die Untersuchungen wurden eine Vielzahl von Testboards mit verschiedenen Lötverfahren und differenten Parametern hergestellt. Das Dampfphasenlöten, das Konvektionslöten und auch das Löten mit Vakuum diente einer direkten Zuordnung des besten Verfahrens mit dem entsprechenden Lot. Zusätzlich wurde ein Kontaktlöten unter direkter Röntgenbeobachtung durchgeführt, um hierbei die Bildung und das Wachstum bzw. die Verringerung der Poren analysieren und besser zuordnen zu können.

Die wesentlichen Bestandteile der Bewertung der jeweiligen Prozesse und ihrer Parameter waren durch eine visuelle Inspektion, eine Röntgenanalyse und eine ergänzende metallographische Auswertung gekennzeichnet. Als wichtigstes Beurteilungskriterium dienten dabei die Porenauswertung mittels Röntgen. Zur qualitativen Bewertung der Lötprozesse wurden die Poren nach ihrer Größe entsprechend der Norm IPC-A-610C für Area Array Packages & BGA sortiert (<10%, 10 ..25%, >25% der Lötverbindung bezogen auf das Volumen).

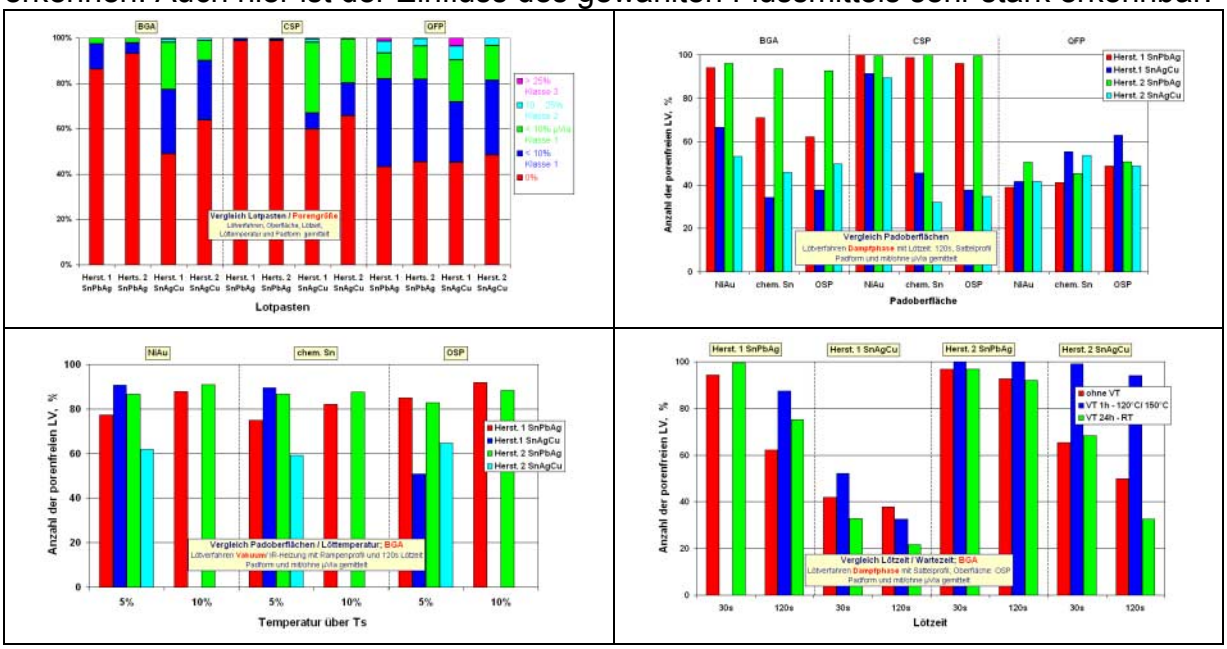
- Klasse 1: <10% der LV → akzeptabel
- Klasse 2: 10 ..25% der LV → Prozessindikator
- Klasse 3: >25% der LV → defekt

Bei den anderen Bauformen, wie z.B. QFP, ist die Klasse 1 akzeptabel und Klassen 2 und 3 werden als Prozessindikatoren gewertet. Für die Bewertung wurden die Originalröntgenbilder in einer sogenannten Pseudo-3D-Darstellung abgebildet, um sowohl die x-y-Ausdehnung der Pore als auch die z-Ausdehnung der Pore zu erkennen und damit eine einfachere Betrachtung zu ermöglichen. In ausgewählten Fällen wurde zu den röntgentechnisch bewerteten Poren eine metallographische Analyse durchgeführt, um die getroffenen Bewertung vor allem hinsichtlich der z-Ausdehnung zu bestätigen. Das folgende Bild zeigt ein Beispiel für die Bewertung sowohl mit Röntgen als auch mit Metallographie sowie die dazugehörige Einteilung in die entsprechenden Klassen. Im wesentlichen kann mit dieser gewählten Bewertungsmethode nur durch das Röntgen eine relativ klare Aussage zu den Volumen der Poren.



Klasse 1	Klasse 3	Klasse 1	Klasse 2

Die Vielzahl der verwendeten Parameter und verschiedenen Prozesse erfordert eine sehr genaue Auswahl der darzustellenden Parameter. Im Abschlussbericht wird auf die einzelnen Prozessparameter näher eingegangen, was hier nicht möglich ist. Beispielhaft seien vier Diagramme im folgenden Bild dargestellt, die einen kleinen Überblick über die Vielfalt der Prozessparameter geben können. So wird im Bild links oben deutlich, dass BGA und CSP bei den bleihaltigen Lotpasten nur eine geringe Neigung zur Porenbildung zeigen, während beim QFP relativ unabhängig von der Legierung 50 % porenfreie Verbindungen nicht erreicht werden. Im rechten oberen Bild ist der Einfluss der Oberfläche für die Bauelemente dargestellt. Man erkennt, dass insgesamt die NiAu-OF zum größten Anteil an porenfreien Lötverbindungen führt. Das Bild unten links zeigt den Einfluss der Löttemperatur. Bei den bleihaltigen Lotpasten spielt dies nur eine geringe Rolle, während bei den bleifreien Pasten dies sehr stark vom Flussmittel abhängt. Im Bild unten rechts ist der Einfluss einer Vortrocknung der Paste nach Druck und Bestückung in Abhängigkeit der Lötdauer zu erkennen. Auch hier ist der Einfluss des gewählten Flussmittels sehr stark erkennbar.



Das Projekt befindet sich in der Endphase, der Abschlussbericht ist bereits in Arbeit, wobei in diesem eine ausführliche Analyse der Einflussparameter erfolgen wird. Der Abschluss mit der Abgabe des Abschlussberichtes wird fristgerecht erfolgen, eine Veröffentlichung ist für die DVS/GMM-Tagung 2004 in Fellbach sowie im Rahmen eines bleifreien Kolloquiums im Mai n Itzehoe vorgesehen.