

Laserbasierte elektrisch-mechanische Kontaktierung

Laser-based electro-mechanical contacting

Projektträger | Fördermittelgeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft SFB/TR 39 TP A04
Executing Organization: German Research Foundation SFB/TR 39 TP A04

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist die Herstellung adaptronischer Leichtbaustrukturen auf Basis von Aluminiumlegierungen, welche Sensor- und Aktuatorfunktionalitäten besitzen und somit Anwendungen wie aktive Schwingungsdämpfung, Strukturüberwachung oder Energierückgewinnung ermöglichen. Dies erfordert die Entwicklung eines geeigneten Kontaktierungsverfahrens, da die Arbeitstemperatur von konventionellen Weichloten bei den im Aluminiumdruckguss auftretenden Temperaturen von ca. 700 °C deutlich überschritten wird.

Vorgehensweise

Mit dem entwickelten Verfahren werden Kontaktierungen erzeugt, indem sphärische Formteile aus einer Kupferbasislegierung mit einem Durchmesser von ca. 600 µm in eine Kapillare eingebracht, mittels Laserpuls umgeschmolzen und durch Inertgasdruck ausgetrieben werden. Die Lotschmelze benetzt nach einer Flugphase von ca. 10 ms die Ag-Elektrodenstruktur eines Piezomoduls und verbindet dieses stoffschlüssig mit einem Kupferleiter. Danach werden die Scherfestigkeit initial, sowie nach Temperaturschocktests (DIN EN 60068-2-14) und nach elektrodynamischer Schwingungsanregung nach DIN EN 60068-3-8 ($a_{\text{EffektivNoise}} = 3.88 \text{ m/s}^2$; 8 Stunden jeweils in x-, y- und z-Richtung) ausgewertet.

Ergebnisse

Sowohl initial, als auch nach Temperaturschock- und Dauerschwingtests überschreiten die Scherfestigkeiten die Scherfestigkeiten, welche von Sn-basierten Weichloten erreicht werden, etwa um den Faktor zwei (siehe Abbildung), wobei sich die erzeugten Kontaktierungen zusätzlich durch eine deutlich erhöhte thermische Stabilität auszeichnen, welche von konventionellen Weichloten nicht erreicht wird. Die erzeugten Kontaktierungen widerstanden dabei den Temperaturen von ca. 700 °C, welche im Aluminiumdruckguss auftreten. Dies Verfahren kann somit neue Anwendungsgebiete der elektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik wie beispielsweise in Leistungselektroniken oder im Luft- und Raumfahrtsektor erschließen.

Task

The aim of the project is the generation of adaptronic lightweight structures based on aluminum alloys, with inherent sensor and actuator functionalities, enabling applications like active vibration damping, structural health monitoring or energy harvesting. This requires the development of a suitable joining method, since the operating temperature of conventional solders are significantly lower than the temperature of approximately 700 °C occurring during aluminum die casting processes.

Approach

With the developed method, bonds are generated by introducing spherical preform of a copper-based braze alloy with a diameter of approximately 600 µm into a capillary, molten by a laser pulse and expelling it from the capillary by inert gas overpressure. After a flight phase of approximately 10 ms, the braze droplet wets the Ag-electrode structure of a piezoelectric module and bonds it to a copper conductor. The initial shear strength as well as the shear strength after temperature shock tests (DIN EN 60068-2-14) and after electrodynamic oscillation excitation according to DIN EN 60068-3-8 ($a_{\text{EffectiveNoise}} = 3.88 \text{ m/s}^2$; 8 hours each, in the x-, y- and z direction) were measured and compared with standard Sn-based solder joints.

Results

The shear strengths exceed the strengths achieved by conventional Sn-based solders by roughly a factor of two, initially as well as after thermal shock and vibration tests (see figure). In addition, the joints are distinguished by standard soldered joints due to the significantly increased thermal stability of the CuSn-braze material. The joints thereby withstood the temperatures of about 700 °C, which occur during aluminum die casting. Thus, this joining method can open up new fields of application for electronic assembly technology, for instance in high power electronics or in the aerospace sector.

Scherfestigkeit in Abhängigkeit vom relativen Überdruck im Bearbeitungskopf initial sowie nach Temperaturschock- (DIN EN 60068-2-14) und Shakertest (DIN EN 60068-3-8), rote Linie entspricht der Scherfestigkeit konventioneller Weichlotverbindungen

Shear strength as a function of the relative overpressure in the processing head initially, as well as after temperature shock test (DIN EN 60068-2-14) and shaker-test (DIN EN 60068-3-8), red line indicates shear strength of conventional solder joints

