

Laserbasierte elektrisch-mechanische Kontaktierung für Verbundkomponenten mit integrierten aktiven Elementen

Laser-based electro-mechanical contacting of composite materials with integrated active elements

Projekträger | Fördermittelgeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft (SFB/TR 39 TP A4)
Executing Organization: German Research Foundation (SFB/TR 39 TP A4)

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist es, wissenschaftliche und systemtechnische Grundlagen eines elektrischen und mechanischen Kontaktierungsverfahrens von piezokeramischen Modulen, das sich für den Großserieneinsatz eignet, zu erarbeiten. Bei der Integration stellen insbesondere die Automatisierbarkeit des Kontaktierungsverfahrens und die Anforderungen, welche an die Fügestelle gestellt werden, Herausforderungen dar. So sollen die kontaktierten Module beispielsweise in Strukturbauteile aus faserverstärkten Kunststoffen oder im Aluminiumdruckgussverfahren integriert werden. Somit ergeben sich aus Weiterverarbeitung und Integration hohe Anforderungen wie mechanische Festigkeit, Stromtragfähigkeit sowie Temperaturstabilität bis 700 °C an die Kontaktierung.

Vorgehensweise

Um diese Anforderungen zu erfüllen wurde eine neue Kontaktierungsmethode entwickelt, bei der kugelförmige Formteile aus einer Kupferbasislegierung in einer Kapillare durch einen Laserpuls aufgeschmolzen und durch Inertgasüberdruck aus der Kapillare ausgetrieben werden. Die verwendeten Formteile haben einem Durchmesser von ca. 600 Mikrometern und eine Liquidustemperatur von 950 °C. Das schmelzflüssige Hartlot trifft nach einer Flugphase von wenigen Millisekunden Dauer auf die Kontaktstelle, wo es die Metallisierung der Piezokeramik sowie einen Kupferleiter benetzt und anschließend erstarrt. Dies führt zu einer hochtemperaturfesten stoffschlüssigen Verbindung.

Ergebnisse

Es wurden die Einflüsse verschiedener Prozessparameter auf das Kontaktierungsergebnis ermittelt. Im Verlauf des Projektes konnten mit dem entwickelten System Kupferdrähte mit 100 - 200 µm Durchmesser mit Piezoaktoren sowie Ag-Folien von 12,5 µm Stärke stoffschlüssig gefügt werden. Das Verfahren eignet sich somit zur elektronischen Kontaktierung von dünnen bzw. thermisch sensiblen Ag-, Au- oder Cu-Metallisierungen oder -Folien und ist nicht auf Piezomodule beschränkt. Ermöglicht wurde dies durch die Erweiterung der Systemtechnik um eine Prozesssteuerung, welche die Bestrahlungsdauer an das Lotvolumen anpasst, welches herstellungsbedingt schwankt. Durch diese Maßnahme lässt sich eine Substratperforation oder das Blockieren der Kapillare verhindern.

Task

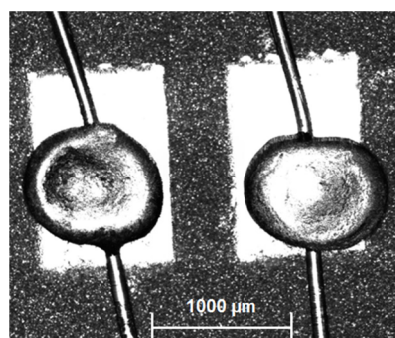
The aim of the project is to provide the principles of an electrical and mechanical contacting method of piezoceramic modules, which is suitable for large-scale production. Challenges on the joint arise due to further processing, since these piezomaterials will be integrated e.g. in structural components of fiber reinforced plastics or in the aluminum die casting process and thus have to withstand high thermal loads during integration. The requirements, which have to be met are mechanical strength and ampacity as well as temperature stability up to 700 °C.

Approach

To meet these requirements a joining method has been developed, which is based on the liquefaction of a spherical braze preform of a copper base alloy, which is placed in a capillary and gets molten by a laser pulse and subsequently is expelled out of the capillary by inert gas overpressure. The braze preform has a diameter of about 600 microns and a liquidus temperature of 950 °C. After a flight phase of a few milliseconds the molten braze droplet impinges the contact point, where it wets the metallization of the piezoceramic and a copper conductor and solidifies, which leads to a firm and temperature resistant connection.

Results

Influences of process parameters on the joint result have been investigated. In the course of the project, copper wires with 100 - 200 microns diameter were joined cohesively with Ag foil of 12.5 µm thickness and Ag-, Au- and Cu electrode structures. The method is thus suitable for contacting thin or thermally sensitive metal coatings or films and is not limited to joining piezo modules. In addition, a process control system was implemented which adjusts the pulse duration to the solder volume which may vary due to the production process. With that measure a perforation of the substrate or closure of the capillary can be prevented.



Kontaktierungen von Ag Pad und Cu Leiter mittels Hartlottropfen
Joining of Ag pads with Cu wires using braze droplets