

# Laserstrahlschweißen von Kupfer-Aluminium-Kontaktierungen mittels plattierter Übergangsstücke

## Laser welding of copper-aluminum-contacts with roll claddings

Projekträger | Fördermittelgeber: Industrielle Forschungsgemeinschaft (IGF), Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsgemeinschaften (AiF)

Executing Organisation: Cooperative Industrial Research (IGF), Federation of industrial cooperative research association (AiF)

### Aufgabenstellung

Zielsetzung des Vorhabens ist es, Duktilität und Korrosionsbeständigkeit von laserstrahlgeschweißten Kupfer-Aluminium-Verbindungen für Anwendungen in der mobilen Leistungselektronik signifikant zu steigern. Hierzu soll Zusatzmaterial in Form plattierter Cu-Al-Übergangsstücke verwendet werden, um einen direkten Kontakt von Reinkupfer und Reinaluminium in der schmelzflüssigen Phase zu vermeiden, da diese eine geringe metallurgische Löslichkeit besitzen.

### Vorgehensweise

Das Projekt beinhaltet eine Einflussanalyse für das Laserstrahlschweißen und die resultierende Verbindungszone in der Walzplattierung hinsichtlich einer thermischen Vorschädigung. Basierend auf der Charakterisierung der Plattierungseigenschaften vor bzw. nach dem Laserstrahlschweißen, erfolgen experimentelle und numerische Analysen der Temperaturverteilung in der Walzplattierung während eines Schweißprozesses. Als Ergebnis können für verschiedene Plattierungen unter anderem die maximal zulässigen Temperatur-Zeit-Verläufe bestimmt werden, die zu keiner übermäßigen Bildung intermetallischer Phasen in den Verbindungszone der Plattierungswerkstoffe führen.

### Ergebnisse

Die Resultate der experimentellen Laserschweißuntersuchungen und numerischen Prozess-temperaturanalysen zeigen eine Korrelation der Schweißnahtgeometrie (Bild links) und den Isothermenverläufen (Bild rechts) der numerischen Simulation bei den gewählten Plattierungsdicken sowie den verwendeten Laserparametern. Die resultierende Temperaturverteilung, speziell in Richtung Plattierungszone, wird als Basis für eine Prozess- und Baugruppendimensionierung der zu schweißenden Kupfer-Aluminium-Kontakte verwendet, sodass eine Degradierung der stoffschlüssigen Verbindung hinsichtlich übermäßigem intermetallischen Phasenwachstum vermieden wird. Basierend auf der Temperaturverteilung in der Diffusionszone sowie deren Verweildauer erfolgen Berechnungen zum Wachstum der intermetallischen Phasen in Abhängigkeit der Plattierungsdicken, die lokal einen Maximalwert von 1 µm erreichen und somit unkritisch hinsichtlich mechanischer und elektrischer Eigenschaften sind.

### Task

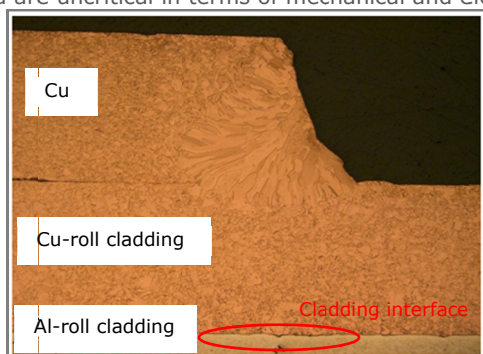
Aim of the project is to significantly improve the tensile properties and the resistance against corrosion of laser welded connection between copper and aluminum for application in mobile power electronics. Additional material shall be used in form of roll clad Cu-Al spacer to avoid a direct contact of copper and aluminum in the liquid phase, due to the low metallurgical solubility of both materials in the molten state.

### Approach

The project contains the influence analysis of thermal energy input induced by laser welding on the connection zone of the roll claddings concerning a predamage. Based on the characterization of the spacer properties before and after laser welding an experimental and numerical analysis of temperature distribution in the cladding interface is applied. The maximum acceptable time-temperature curves are determined for different cladding thicknesses, which do not lead to excessive formation of intermetallic phases in the connection zones of roll claddings.

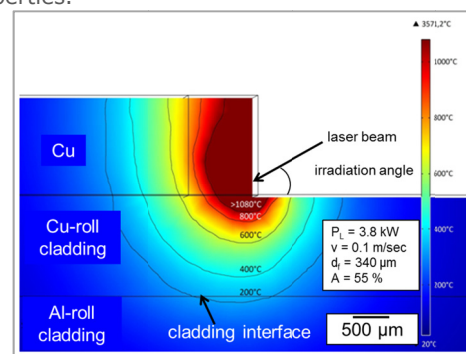
### Results

The results of experimental and numerical investigations of temperature show the agreement of the weld geometry (left) and the isotherms (right) of the numerical simulation at the selected cladding thicknesses for the used laser welding parameters. The resulting temperature distribution in the direction to the cladding interface is used as a basis for a process and assembly design of copper-aluminum contacts, in order to prevent degradation of the fusion connection due to excessive intermetallic phase growth. Based on the temperature distribution in the diffusion zone and the residence time, calculations concerning the growth of the intermetallic phases depending on their cladding thicknesses are done, which locally reach a maximum value of 1 micron and are uncritical in terms of mechanical and electrical properties.



Querschliff einer Kupferschweißung auf Cu-Al-Walzplattierung ohne thermische Schädigung der Plattierungszone;  $P_{\text{Laser}} = 3,8 \text{ kW}$ ,  $v = 0,1 \text{ m/s}$ ,  $\lambda = 1030 \text{ nm}$ , Lasgon S2

Cross Section of a copper weld seam onto a Cu-Al-roll cladding without thermal damage in the cladding interface



Querschnitt der Temperaturverteilung aus einer numerischen Simulation;  $P_{\text{Laser}} = 3,8 \text{ kW}$ ,  $v = 0,1 \text{ m/s}$

Cross Section of the temperature distribution out of a numerical simulation