

Hybrid-Lötverfahren – Löten von beschichteten Werkstoffen

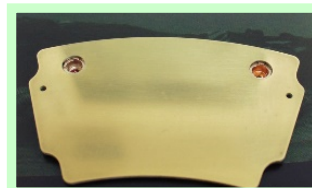
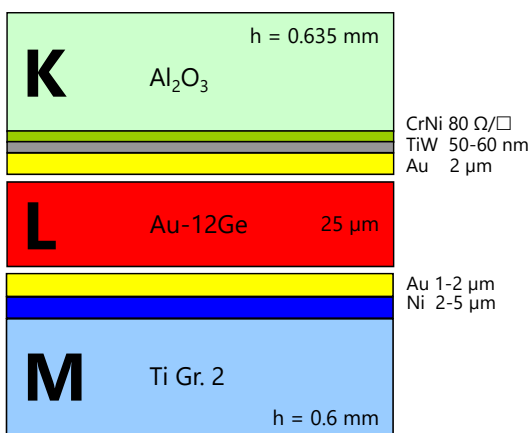
Empa Abteilung 202, Fügetechnologie und Korrosion

Sinn und Zweck des Hybrid-Lötverfahrens

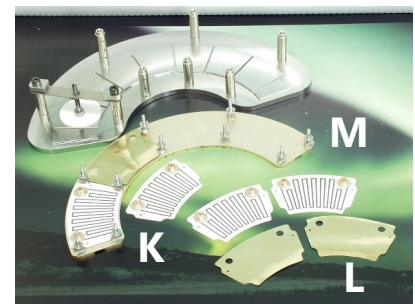
Als Hybridverfahren bezeichnet man Herstellungsverfahren, die mehrere Prozessschritte in einem Herstellungsprozess kombinieren und so deren Vorteile verknüpfen.

Beim Hybrid-Lötverfahren werden moderne Beschichtungsmethoden mit dem Lötprozess kombiniert. So können beispielsweise mittels PVD-Verfahren Lotwerkstoffe, Zwischenschichten oder funktionelle Schichten auf die Fügepartner appliziert werden, um hochleistungsfähige Fügeverbindungen durch Löten zu erzeugen.

Fall 1: Lötung eines Al_2O_3 -Keramikheizers auf einer Titanstruktur unter Einsatz von Zwischenschichten



Rückseite des Heizers (K): Die Beschichtung hält an Luft eine Temperatur von 850 °C aus.



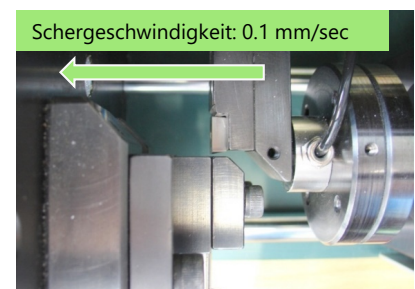
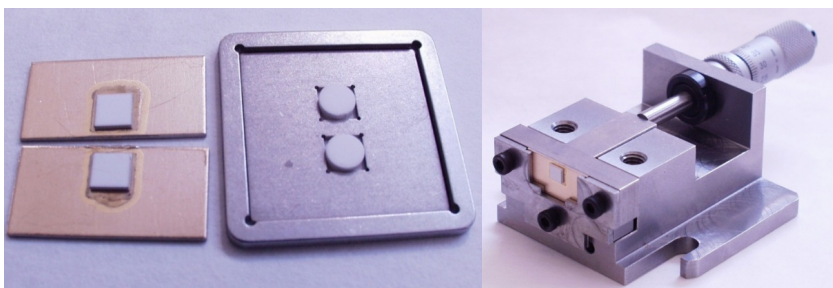
Lötlehre mit einbaufertigen Teilen

Ein Keramikheizer (K) bestehend aus Aluminiumoxid wurde dank mehrfacher Beschichtung mit Gold-Germanium Lotfolie (L) auf einen vergoldeten Titanträger (M) bei 400 °C im Vakuum gelötet.

Die Verbundfestigkeiten wurden an Laborproben evaluiert (4x4 Substrate auf 10x20 Bleche). Es wurden Scherfestigkeiten von 100 MPa (ohne Luftkontakt) und 40 MPa (beim 4-stufigen Prozess) erreicht.



Gelötetes Bauteil (Flugmodell)



Hintergrund

- Die beheizbare Struktur ist Bestandteil eines Massenspektrometers im Rahmen der ESA/JAXA Mission BepiColombo mit Ziel Merkur. Der Start des Satelliten erfolgte im Herbst 2018.
- Das Löten von großflächigen Bauteilen ist besonders anspruchsvoll, wenn sich die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der involvierten Werkstoffe stark unterscheiden. Das Löten bei niedriger Temperatur reduziert dank dem Einsatz von Schichtsystemen die thermischen Spannungen nachhaltig.

Kontakt

Hans Rudolf Elsener
Mail: hansrudolf.elsener@empa.ch
Tel.: +41 58 765 4227

Bastian Rheingans
Mail: bastian.rheingans@empa.ch
Tel.: +41 58 765 4371

Jolanta Janczak-Rusch
Mail: jolanta.janczak@empa.ch
Tel.: +41 58 765 4529

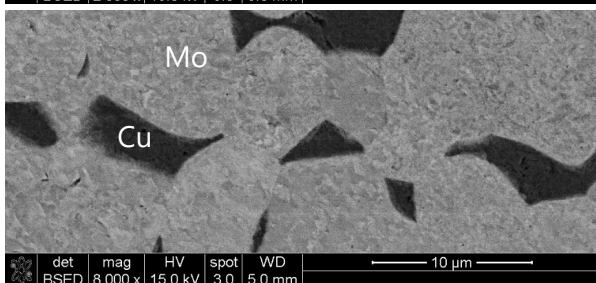
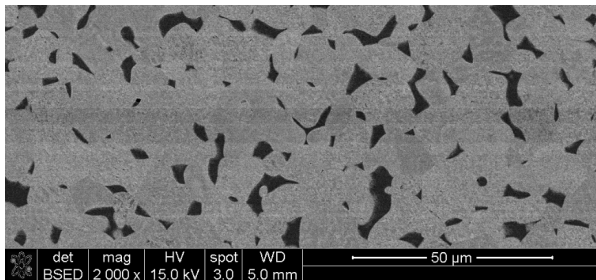


Hybrid-Lötverfahren – Löten von beschichteten Werkstoffen

Empa Abteilung 202, Fügetechnologie und Korrosion

Fall 2: Lötung eines metallischen Komposit-Werkstoffs mit funktionellen Schichten

Der Komposit-Werkstoff Mo85Cu15 kann auch konventionell, d.h. unbeschichtet mit einem Aktivlot wie Incusil-ABA im Vakuumofen gelötet werden. Durch den Einsatz von Beschichtungen können allerdings die Benetzungseigenschaften wesentlich verbessert, sowie schädliche Umwelteinflüsse (Korrosion) gemindert werden, was die Leistungsfähigkeit des Stoffverbundes steigert. Dank der Beschichtung kann Mo85Cu15 mit Ag28Cu Lot gefügt werden.



Mikrostruktur des Komposit-Werkstoffs Mo85Cu15



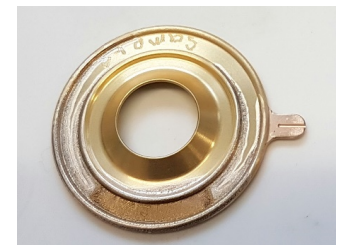
Elektroden aus Mo85Cu15: unbeschichtet und getempert



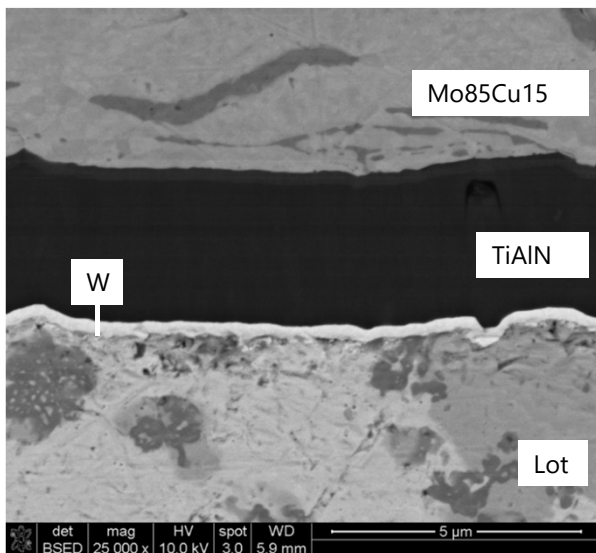
Elektroden aus Mo85Cu15: mit Diffusionsbarriere aus TiAlN



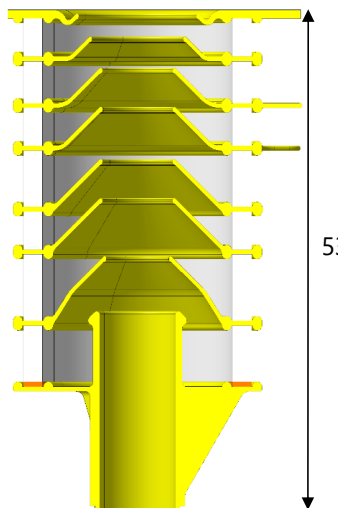
Mo85Cu15 (TiAlN/W/Au) mit eingelegter Lötfolie



Elektrode nach zweifachem Lötprozess (Simulation)



REM-Bild: Schliff eines gelöteten Bauteils (Mo85Cu15-Keramik). TiAlN (W) wirkt als Diffusionsbarriere und Korrosionsschutz.



Grundkörper der Ionenquelle für ein Massenspektrometer (Bauteil mit Ag28Cu gelötet / Drähte im 2. Lötprozess fixiert)



Hintergrund

- Eine Ionenquelle bestehend aus Mo85Cu15 und Aluminiumoxid wurde im Vakuum bei 800 °C gelötet.
- Die Werkstoffkombination ist wegen der ähnlichen Ausdehnungskoeffizienten geeignet, um beim Lötprozess auftretende thermische Spannungen niedrig zu halten.
- Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Ionenquelle wird ein Schichtsystem bestehend aus Au Benetzungs/Korrosionsschutzschicht und TiAlN (W) Diffusionsschicht in die Lötzone integriert.
- Die gelötete Komponente ist Bestandteil eines Massenspektrometers, welches 2022 an Bord einer Sonde der ESA Mission Juice zu den Jupitermonden unterwegs sein wird.