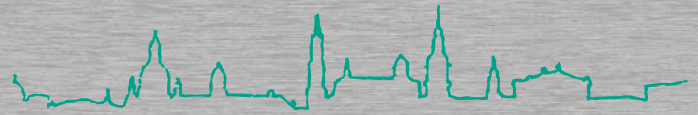




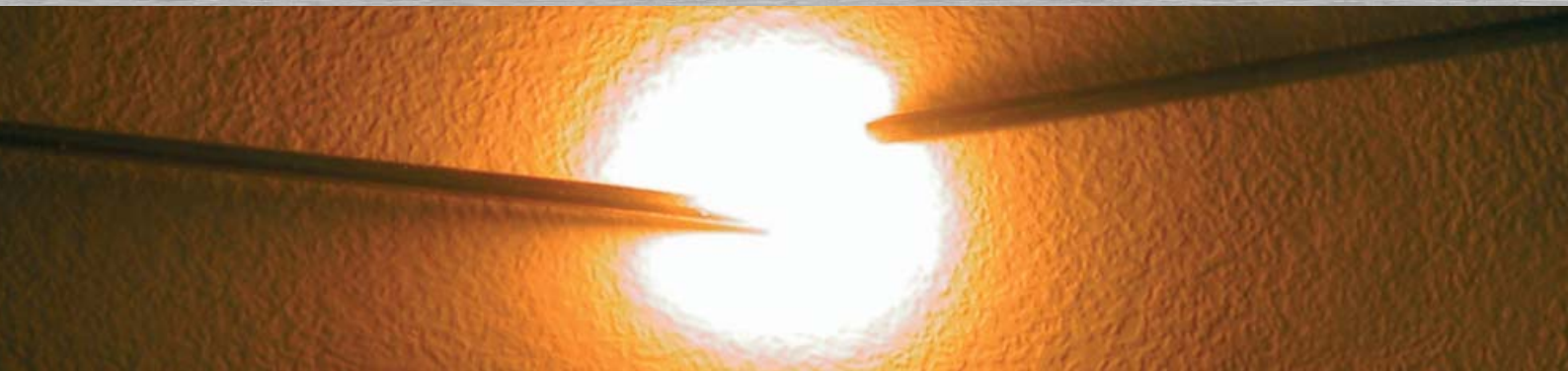
Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



REAKTIV-MULTISCHICHT-SYSTEME

Präzise steuerbare, lokale Wärmequellen zum Fügen von Bauteilen ohne Volumenerwärmung auch an schwer zugänglichen Stellen

Aufgabenstellung

Zum Fügen eingesetzte Löt- oder Schweißverfahren erfordern in der Regel eine Erwärmung größerer, an die Fügezone angrenzender Bereiche der zu verbindenden Bauteile. Um Veränderungen der Materialeigenschaften und das Auftreten von Spannungen in der Fügezone aufgrund der thermischen Belastung zu vermeiden, als auch schwer zugängliche Fügestellen zu erreichen, ist eine Wärmequelle erforderlich, welche punktgenau nur unmittelbar in der Fügezone Wärme bereitstellt.

Lösung

Das Fraunhofer IWS hat mit sogenannten Reaktiv-Multischicht-Systemen (RMS) fugezoneninterne Wärmequellen entwickelt, welche optimal auf die jeweilige Fügeaufgabe zugeschnitten werden können. RMS bestehen aus

mindestens zwei Materialien, welche in mehreren hundert Einzelschichtlagen von wenigen Nanometer Dicke gestapelt sind und nach Einwirkung einer Aktivierungsenergie vollständig exotherm reagieren. Die Reaktionswärme kann dabei zum Aufschmelzen von Grundwerkstoffen oder Loten genutzt werden, um Fügeverbindungen herzustellen. RMS können sowohl auf Bauteile abgeschieden, als auch mobil als standardisierte, freistehende Folie hergestellt werden. RMS erreichen Gesamtdicken im Bereich von 20 - 100 µm.

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3314

www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Georg Dietrich

Telefon +49 351 83391-3287

georg.dietrich@iws.fraunhofer.de

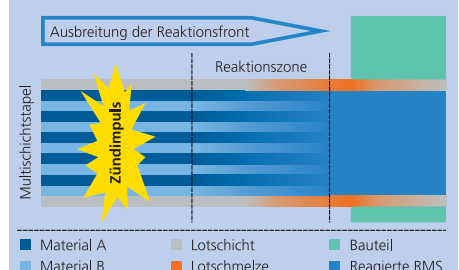
Dipl.-Ing. Erik Pflug

Telefon +49 351 83391-3524

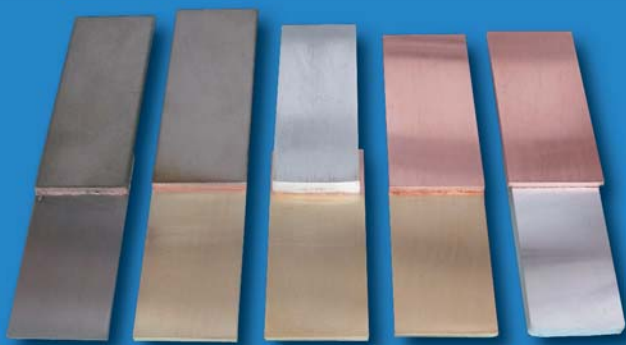
erik.pflug@iws.fraunhofer.de

info 500-6a

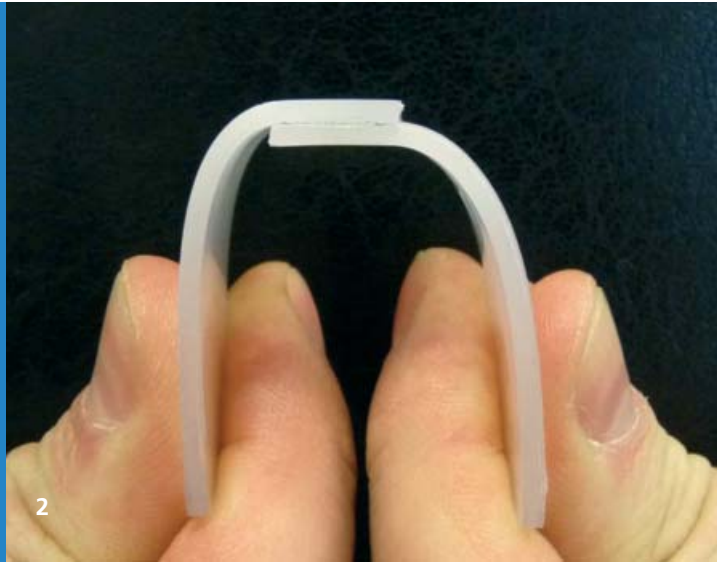
Schematische Darstellung der Ausbreitung der Wärmefront innerhalb einer RMS



1



2



Ergebnisse

RMS bieten das Potenzial, die für die Fügung notwendige Wärmemenge genau anzupassen. So wurden im Fraunhofer IWS nieder-, mittel- und hochenergetische RMS-Materialsysteme entwickelt, welche es erlauben, Thermoplaste bis hin zu Hartloten mit Schmelztemperaturen von bis zu 700 °C aufzuschmelzen. Neben der Auswahl des Materialsystems ist es möglich, die Wärmemenge mit der Gesamtdicke als auch mit dem stöchiometrischen Verhältnis der Reaktionspartner zu skalieren. Weiterhin ist es möglich, RMS und Bauteile bereits mit einer Vorbelotung zu versehen und damit ein anwendungsfertiges Werkzeug zur Verfügung zu stellen. Werden beispielsweise in der Mikrosystemtechnik und im Gehäusebau genaue Geometrien und Preforms benötigt, so ist auch eine Strukturierung der RMS mittels Laser möglich. Die reaktive Fügung geschieht unter einem Fügedruck nach Einwirken einer Aktivierungsenergie.

Kenndaten zur Nutzung von RMS

RMS-Materialien:	Ni/Al, Ti/Al, Zr/Si, Zr/Al
RMS-Gesamtdicken:	20 – 100 µm
Periodendicken der RMS:	25 – 100 nm
maximale Reaktionstemperaturen:	800 – 2000 °C
Reaktionsgeschwindigkeiten:	2 – 11 m s ⁻¹
benötigte Fügedrücke:	0,1 – 50 MPa
Fügezeit:	< 1s
fügbare Materialien:	Metalle, Keramiken, Wafer, Thermoplaste, CFK und GFK
nutzbare Lote:	Sn, SnAgCu, AuSn, AlSi ₁₀ , Incusil
Aktivierungsenergie:	elektrischer Funke, Laserpuls
Umgebungsbedingungen:	Atmosphäre, Vakuum, Fluide
maximale RMS-Dimension:	400 x 200 mm ²

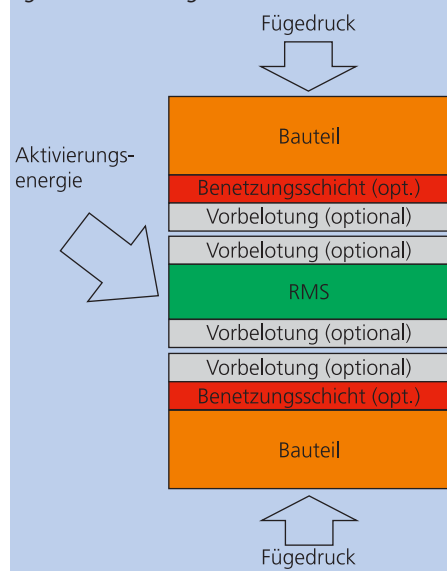
Anwendungsbeispiele

- Mikrosystemtechnik und Elektronik
 - hermetisches Versiegeln von Kavitäten
 - elektrische und thermische Kontaktierung von Sensoren
 - Bonden von Si-Wafern auf Metalle und Keramiken
 - elektrische Kontaktierung und Bonden von Diamant
 - elektrische und thermische Kontaktierung von Leistungselektroniken
- Kunststofftechnik
 - Karosseriebau, Gehäusebau
 - Metall – Kunststoff – Hybride
 - Verschweißen schwer zugänglicher Fügezonen (Pneumatiken, Gehäuse)
- Maschinen- und Anlagenbau
 - Metall - Keramikverbindungen
 - Medizintechnik
 - Fügung temperaturempfindlicher Strukturen und Bauteile
 - spannungsarmes Fügen von unterschiedlichsten Werkstoffen.

Vorteile

- fugezoneninterne Wärmequelle
- keine Volumenerwärmung nötig
- Fügung unterschiedlichster Materialkombinationen möglich
- Hybridverbindungen möglich
- äußerst kurze Fügezeit (< 1 s)
- materialschonend
- Festigkeiten bis zu 40 MPa
- Fügen von Thermoplasten und thermoplastischen Verbundwerkstoffen (CFK, GFK) ohne Vorbehandlung oder Aktivierung der Oberflächen möglich

Schematische Darstellung des Fügevorganges unter Nutzung von RMS



- 1 **Reaktiv gefügte Materialkombinationen:**
o. Stahl – Aluminium, Stahl – Messing-Aluminium – Messing, Kupfer – Messing, Kupfer – Aluminium (v.l.n.r.)
- 2 **Reaktiv gefügtes Thermoplast (Polyamid PA6)**