

Reaktive Multischichtsysteme

Schonendes und maßgeschneidertes Fügen verschiedener Materialklassen

Reaktive Multischichtsysteme (RMS) bieten die Möglichkeit, eine genau definierbare Wärmemenge innerhalb weniger Millisekunden zum schonenden Fügen von Bauteilen bereitzustellen. Sie bestehen aus mehreren hundert periodisch aufgebauten Schichten zweier Materialien mit Einzelschichtdicken von wenigen Nanometern. Über eine exotherme Reaktion wird Wärme freigesetzt und kann zum reaktiven Fügen von Bauteilen genutzt werden. RMS ermöglichen aufgrund der einzigartigen Eigenschaften Verbindungen von z. B. temperaturempfindlichen Bauelementen, Hybridverbindungen und von Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Dabei weisen die Verbindungen gute elektrische und thermische Leitfähigkeiten sowie hohe Festigkeiten auf. Am Fraunhofer IWS Dresden werden solche RMS entwickelt und deren Potenzial auf unterschiedlichen Anwendungsfeldern analysiert.

Aufbau und Prinzip von RMS

Das Fraunhofer IWS hat mit reaktiven Multischichtsystemen fugezoneninterne Wärmequellen entwickelt. RMS bestehen aus mindestens zwei Materialien, die aus alternierenden Einzelschichten weniger Nanometer Dicke aufgebaut sind und nach Einwirkung einer Aktivierungsenergie selbstfortschreitend exotherm reagieren. Die dabei entstehende Reaktionswärme wird zum Aufschmelzen des Grundwerkstoffes oder von Loten genutzt, um

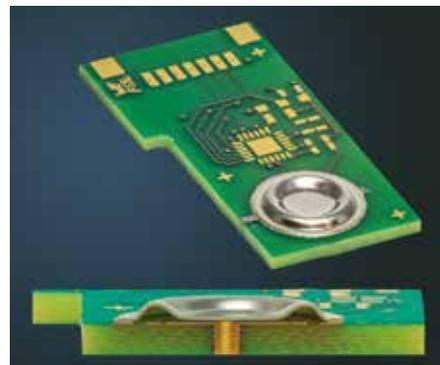
Verbindungen innerhalb weniger Sekunden zu erzeugen. Aufgrund der kurzen Reaktionszeit und der anpassbaren, freigesetzten Wärmemenge, die beim reaktiven Fügen genutzt wird, ergibt sich eine geringste thermische Belastung der an die Fügezone angrenzenden Bauteile. Dabei lassen sich RMS sowohl direkt auf Bauteile abscheiden, als auch als mobile, freistehende Folien einsetzen.

Oben

Reaktives Fügen eines optisch beschichteten Siliziumspiegels auf Schaumstrukturen aus Metall zum Einsatz als Laserscannerspiegel.

Unten

Hermetisch dichte, reaktive Bonden von Chips und Sensoren.



Kontakt

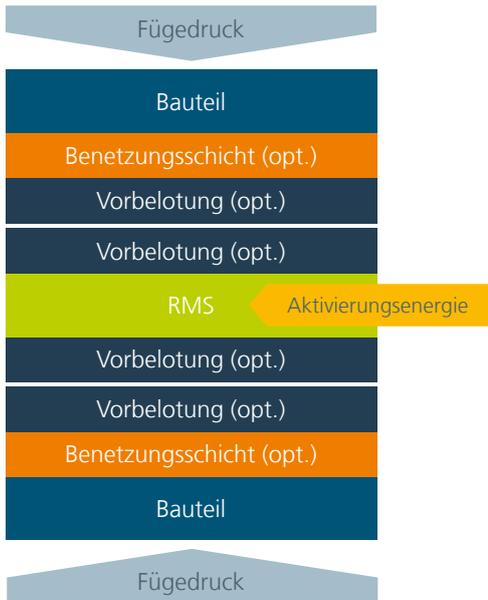
Dipl.-Ing. Erik Pflug
Reaktive Multischichten
Tel. +49 351 83391-3524
erik.pflug@iws.fraunhofer.de

Fraunhofer IWS
Winterbergstraße 28
01277 Dresden
www.iws.fraunhofer.de

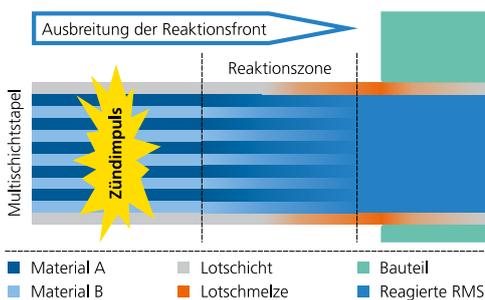
Kenndaten zur Nutzung von RMS

RMS-Materialien	Ni/Al, Ti/Al, Zr/Si, Zr/Al
RMS-Gesamtdicken	5–100 µm
Maximale Reaktionstemperaturen	600–2300 °C
Reaktionsgeschwindigkeit	2–30 ms ⁻¹
Benötigter Fügedruck	0,1–30 MPa
Fügezeit	< 1s
Aktivierungsenergie	Elektrischer Funke, Laserpuls, Wärme

Fügevorgang per RMS



Prinzip einer RMS-Reaktion



Ausgangszustand mit Initiierung der Reaktion. Diffusionsprozess durch chemische Reaktion (Mitte), Freigabe der Reaktionswärme zum Verbinden der Bauteile.

Herstellung und Eigenschaften

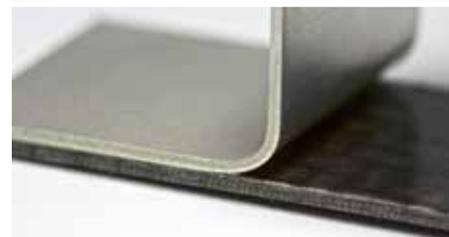
Das Fraunhofer IWS hat in den vergangenen Jahren geeignete Materialsysteme für RMS mit einer großen Bandbreite an Eigenschaften entwickelt. Die Herstellung der RMS erfolgt dabei über das Vakuumbeschichtungsverfahren Magnetron-Sputter-Deposition. Neben der Auswahl des Materialsystems lassen sich die RMS-Eigenschaften Enthalpie und Reaktionsfrontgeschwindigkeit zudem über die Gesamtdicke und das stöchiometrische Verhältnis der Reaktionspartner einstellen. Dadurch ist es möglich, sowohl niedrig schmelzende Werkstoffe, wie z. B. Kunststoffe, als auch Metalle oder Keramiken über Lote zu verbinden. Einen weiteren wesentlichen Einfluss auf die Verbindungseigenschaften wie Festigkeit oder Dichtheit übt der erforderliche Fügedruck aus. Werden beispielsweise in der Mikrosystemtechnik und im Gehäusebau präzise Fügeflächendesigns benötigt, so ist eine Strukturierung der RMS mittels Laser bei Folien oder durch Schattenmasken bei Direktbeschichtung möglich.

Anwendungsfelder

- Mikrosystemtechnik
- Scannersysteme/-spiegel
- Sputtertargets für Vakuumbeschichtung
- Leichtbau
- Automotive

Vorteile

- Maßgeschneidertes, schonendes Fügeverfahren
- Keine Veränderung der Bauteileigenschaften
- Fügen verschiedener Materialklassen
- Kurze Fügeprozesszeiten (< 1s)
- Langlebige, feste und dichte Verbindungen



Oben

Hermetische und feste, reaktive Verbindung einer Autotürgummidichtung.

Mitte

Targetbonden mittels RMS für Beschichtungsprozesse im Vakuum.

Unten

Reaktives Bonden eines Hutprofils von Hybridverbindungen aus Metall-Kunststoff.