



NANOMETER-REAKTIVMULTISCHICHTEN ZUM PRÄZISEN UND TEMPERATURSCHONENDEN FÜGEN

DIE AUFGABE

Eine immer wiederkehrende Aufgabe ist es, zwei unterschiedliche Teile fest miteinander zu verbinden. Die Idealvorstellung wäre, die beiden Teile aufeinander zu drücken und auf Knopfdruck eine sofortige feste Verbindung herzustellen. In der Realität ist es häufig nicht ganz so einfach: Beim Kleben muss der Kleber aushärten, beim Löten und Schweißen müssen die Bauteile erwärmt werden. Insbesondere für die folgenden drei Einsatzfälle sind neue Verfahren von herausragender Bedeutung, um die bestehenden Limitierungen beim Fügen reduzieren zu können:

- präzises, wärmearmes und zuverlässiges Verbinden von Komponenten der Mikrosystemtechnik
- Fügen von Bauteilen mit extrem unterschiedlichen Materialeigenschaften (z. B. Keramik und Metall)
- kurzzeitiger und definierter Wärmeeintrag beim Fügen von Polymeren

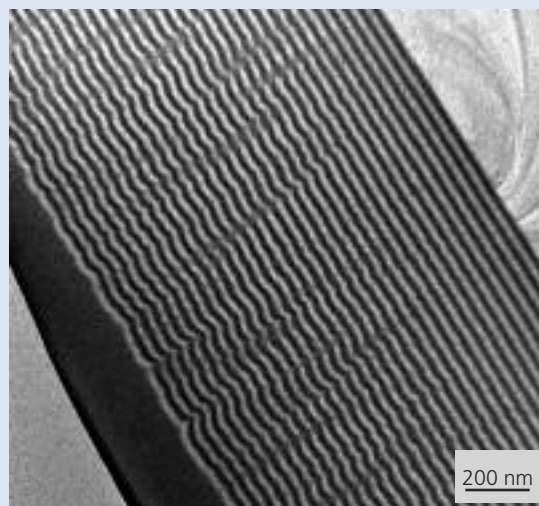
UNSERE LÖSUNG

Mit einem neuen Ansatz, der seit einiger Zeit am Fraunhofer IWS verfolgt wird, könnte die oben beschriebene Idealvorstellung des Fügens Realität werden. Dazu wird zwischen die beiden zu fügenden Bauteile eine sogenannte Reaktivmultischicht eingelegt. Diese kann z. B. durch einen elektrischen Impuls aktiviert werden, sodass innerhalb von Millisekunden eine Verbindung der Bauteile hergestellt wird, ohne dass sich die Bauteile signifikant erwärmen (Abb. 1).

Die Wirkungsweise der Folie basiert auf einem Effekt, der sich bei geeignet aufgebauten Schichten mit Nanometerdicken

beobachten lässt. Im Ausgangszustand liegen in der Folie viele Einzellagen aus mindestens zwei verschiedenen Materialien vor (Abb. 2). Durch die Aktivierung der atomaren Diffusion in den Multischichten wird eine chemische Reaktion in Gang gesetzt, bei der sehr kurzzeitig und lokal begrenzt auf den Bereich der Folie Energie in Form von Wärme freigesetzt wird. Diese lässt sich nutzen, um ein beidseitig auf der Reaktivmultischicht aufgebrachtes Lot oder auch das Grundmaterial der Bauteile aufzuschmelzen. Nach der Erstarrung von Lot oder Grundmaterial besteht schließlich eine Verbindung der Bauteile. Bemerkenswert ist, dass hinsichtlich der Bauteile nahezu keine Einschränkungen existieren. Metalle, Keramiken, Halbleiter, Diamant und neuerdings sogar Kunststoffe (Polymere) lassen sich mit dieser Methode wirkungsvoll verbinden.

TEM-Bild des Querschnitts einer Nanometer-Reaktivmultischicht (Aufnahme: Dr. Rummeli, IFW Dresden)



2



ERGEBNISSE

Eine wesentliche Weiterentwicklung der reaktiven Fügetechnik wurde kürzlich dadurch erzielt, dass nicht mehr nur Weichlote mit Schmelztemperaturen im Bereich von 200 bis 300 °C, sondern auch Lote mit höheren Schmelztemperaturen bis knapp oberhalb von 700 °C genutzt werden können. Dies ermöglicht das Fügen von Bauteilen, die im Einsatzfall einer hohen Temperaturbelastung unterliegen.

Darüber hinaus lassen sich mit derartigen Loten auch die Festigkeiten der Verbindungen verbessern. Erreicht wurde dies durch eine Steigerung der von den Reaktivmultischichten bereit gestellten Energiemenge um ca. einen Faktor 2. Ziel kommender Arbeiten ist es, auch Lote mit Schmelztemperaturen oberhalb von 1000 °C nutzbar zu machen. Damit würde insbesondere für das Fügen von Keramiken ein sehr interessanter Temperaturbereich erreicht.

Eine zweite wichtige Entwicklungsrichtung der letzten Monate ist das Fügen von Polymeren (Kunststoffe, Plastik) mit Reaktivmultischichten. Hier konnten innerhalb kürzester Zeit bemerkenswerte Resultate erzielt werden. Beim Fügen von Polymeren kann auf den Einsatz von Loten vollständig verzichtet werden. Vielmehr dient die von den Folien bereit gestellte Energie dazu, die Oberflächen der Polymere direkt aufzuschmelzen, sodass anschließend ein Verschweißen der Polymerbauteile erfolgt.

Besonders vorteilhaft wirkt sich bei diesem Anwendungsfall aus, dass sich die von den Folien gelieferte Wärmemenge präzise durch den Nanoschichtaufbau steuern lässt. So kann einerseits ein Verbrennen der Polymere vermieden und

andererseits eine definierte Flüssigphase erzeugt werden. Die angeführten Beispiele und Weiterentwicklungen zeigen, dass mit den maßgeschneiderten Reaktivfolien des Fraunhofer IWS das Ziel, Verbindungen auf Knopfdruck herzustellen, Realität werden kann.

- 1 *Fügung von Polymeren mit RMS*
- 3 *Belastungstest von Polymerbauteilen, die mittels Reaktivmultischichten gefügt wurden*

KONTAKT

Dipl.-Phys. Maximilian Rühl
Telefon: +49 351 83391-3256
johann-maximilian.ruehl@iws.fraunhofer.de



KONTAKT

Dipl.-Ing. Erik Pflug
Telefon: +49 351 83391-3524
erik.pflug@iws.fraunhofer.de

