

# PRESSEINFORMATION

-----  
PRESSEINFORMATION30.07.2024 || Seite 1 | 4  
-----

## Zuverlässigere Kontaktierung von Leistungshalbleitern dank neu bewerteter Drahtbondmaterialien

**Zur Beurteilung der Verbindungsqualität von Bondstellen (sog. „Wedges“) zum Chip werden Schertests durchgeführt. Dabei wird die Bondstelle mit einem Meißel seitlich abgeschert und die erforderliche Kraft und das Schadensbild analysiert. Um die Vorgänge beim Schervorgang besser zu verstehen, haben Wissenschaftler\*innen der TU Berlin und des Fraunhofer IZM nun erstmals modelliert, was bei der Schädigung mechanisch passiert. So können Rückschlüsse auf die material- und prozessspezifischen Einflüsse von neuartigen, widerstandsfähigen Drahtmaterialien gezogen werden. Damit lässt sich die Bondqualität neuer Werkstoffe objektiver bewerten.**

In der Mikro- und Leistungselektronik ist das Drahtbonds mit reinen Aluminiumdrähten nach wie vor das am meisten verbreitete Verfahren zur elektrischen Kontaktierung von Halbleiterchips. Die seit Jahrzehnten erprobte Technologie ist kostengünstig und trotz des komplexen Ablaufs hochgradig automatisierbar. Die Qualität der entstehenden Verbindungszone des Drahtbonds auf der Chipoberseite bestimmt maßgeblich die Lebensdauer des gesamten Moduls, weshalb weltweit intensiv an neuen Materialien und Aufbaukonzepten zum Bonden gearbeitet wird. Die Wissenschaftler\*innen der TU Berlin und des Fraunhofer IZM forschen seit über 20 Jahren auf dem Gebiet des Drahtbonds und zählen damit zu den weltweit führenden Expert\*innen in diesem elementaren Teilgebiet der Mikroelektronik.

### **Widerstandsfähigere Materialien zum Dickdrahtbonds**

Neuartige Drahtmaterialien mit einem Aluminium-ummantelten Kupferkern oder aus Aluminium-Magnesium-Legierungen sind im Vergleich zu reinen Aluminiumdrähten deutlich widerstandsfähiger. Deswegen weisen sie beim Schertest auch andere Schadensmuster als herkömmliche Aluminium-Wedges auf. Diese Schadensmuster werden auch Schercode genannt und lassen zusammen mit der Scherkraft eine Aussage über die Verbindungsqualität des Wedges zu. Der Anteil der durch den Schersockel bedeckten Fläche an der gesamten Verbindungsfläche wird zusammen mit der erzielten Scherkraft ausgewertet. Je nachdem, wie weit ein Wedge abgeschert wird, bevor er vom Substrat gelöst wird (sog. Lift-Off), wird das Scherergebnis mit einem Schercode von 1-4 beschrieben.

Diese für Standarddrähte aus Aluminium festgelegten Schercode oder Qualitätskriterien lassen sich allerdings nicht ohne Weiteres auf neuartige Werkstoffe übertragen, da das Materialversagen beim Abscheren dieser sehr festen Drahtmaterialien zumindest teilweise in der weniger festen Chip- oder Substratmetallisierung und nicht im Wedge geschehen kann. Bei der Qualitätsprüfung

---

#### **Redaktion**

Georg Weigelt | Telefon +49 30 46403-279 | [georg.weigelt@izm.fraunhofer.de](mailto:georg.weigelt@izm.fraunhofer.de) | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) |

erscheint der Schercode dadurch als unzulässiger Lift-Off, also ein vorzeitiges Abheben des Wedges, als Zeichen unzureichender Verbindung und damit schlechter Bondqualität. Mit den existierenden Schercodes lassen sich keine belastbaren Aussagen über die Bondqualität dieser neuen Verbindungsmaterialien treffen. Für die neuartigen Drahtqualitäten gibt es aktuell also keine allgemeingültigen Bewertungsrichtlinien für Schertestresultate, weswegen ein wesentlicher Bestandteil des Qualitätsmanagements offen ist.

---

**PRESSEINFORMATION**30.07.2024 || Seite 2 | 4

---

### **Neue Interpretation von Schercodes für moderne Drahtmaterialien**

Um diese Lücke zu schließen, haben die Expert\*innen des Fraunhofer IZM und der TU Berlin Bondverbindungen aus verschiedenen Materialien und Legierungen einer Reihe von Scherversuchen unterzogen und die Scherbilder an verschiedenen Zeitpunkten des Scherprozesses metallografisch analysiert. Als Substratmaterial, auf das gebondet wurde, wählten die Forscher\*innen hochreines Kupfer, da es eine höhere Festigkeit als die getesteten Drahtmaterialien besitzt, wodurch sich die Schädigung beim Abscheren auf den Wedge konzentriert. Die als Grundlage für eine schadensmechanische Simulation des Schertests erforderlichen Materialkennwerte wurden durch Zugversuche in Kombination mit Simulationen ermittelt. Die hierfür notwendige schadensmechanische Simulation wurde in einer Open Source Software implementiert. Diese wurde daraufhin auch für die Simulation des Schertests selbst verwendet. Damit kann das Schädigungsverhalten beim Abscheren in Abhängigkeit vom Drahtmaterial und der Vordeformation aus dem Bondprozess beschrieben werden. Die so generierten Ergebnisse wurden mit den experimentellen Schertests verglichen und ermöglichen ein besseres Verständnis des Schervorgangs für unterschiedliche Materialien und Materialkombinationen.

### **Ergebnistransfer und Anwendung in anderen Einsatzszenarien**

Der im Projekt entwickelte Ansatz der schadensmechanischen Simulation eines Schertests für Drahtbondverbindungen soll nun auf weitere Anwendungsgebiete übertragen werden. So könnte die Lebensdauerbewertung in der Aufbau- und Verbindungstechnik grundlegend neugestaltet werden, um den Aufwand in der Simulation zu reduzieren. Außerdem können komplexe Wechselwirkungen verschiedener Belastungsfaktoren besser abgebildet werden.

Das Projekt Scherwedge lief von Ende 2020 bis Anfang 2023 und wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG unter der Projektnummer 456843234 mit einer Summe von 200.000 Euro gefördert.

### **Weiterführende Publikationen:**

Kuttler, S., Wittler, O. & Schneider-Ramelow, M. Behavior of Different Ultrasonically Bonded Aluminum Heavy Wires in the Shear Test. J. Electron. Mater. doi:

10.1007/s11664-024-11131-8, (2024)

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11664-024-11131-8>

---

### **Fachlicher Ansprechpartner**

Simon Kuttler | Telefon +49 30 46403-7936 | [simon.kuttler@izm.fraunhofer.de](mailto:simon.kuttler@izm.fraunhofer.de) | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) |

S. Kuttler, O. Wittler, M. Schneider-Ramelow, Numerical Simulation of a Wire Bond Shear Test Using Nonlinear Adaptive Remeshing. EuroSimE Proceedings, vol. 23, pp. 1-3, doi: 10.1109/EuroSimE54907.2022.9758846, (2022)

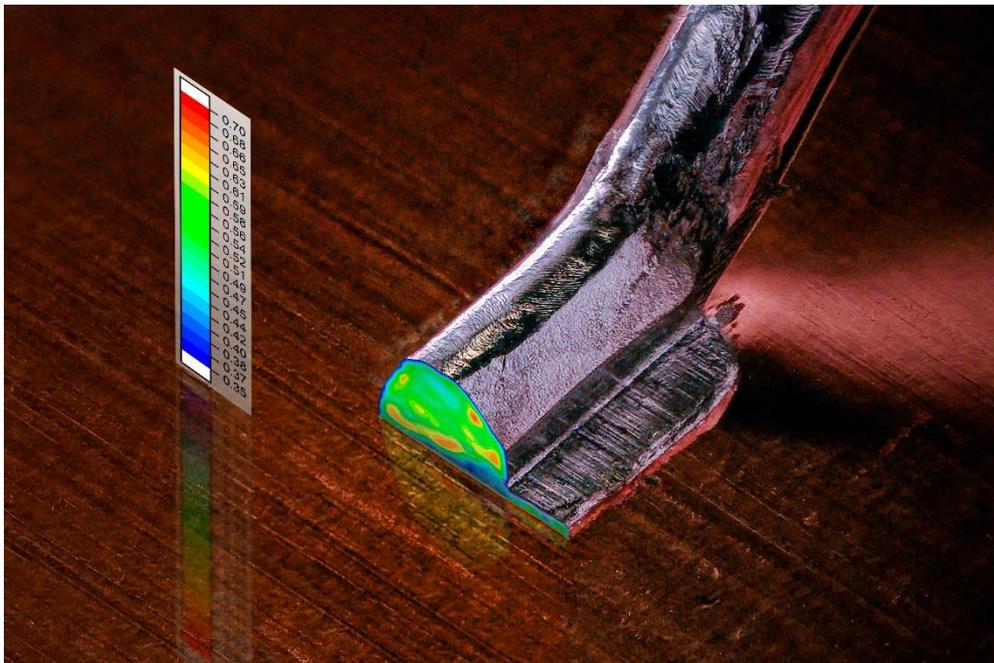
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9758846>

S. Kuttler, B. E. Abali and O. Wittler, "Determination of Lemaitre Damage Parameters for Al H11 Wire Material," EuroSimE Proceedings, pp. 1-3, doi: 10.1109/EuroSimE56861.2023.10100825. (2023)

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10100825>

-----  
**PRESSEINFORMATION**

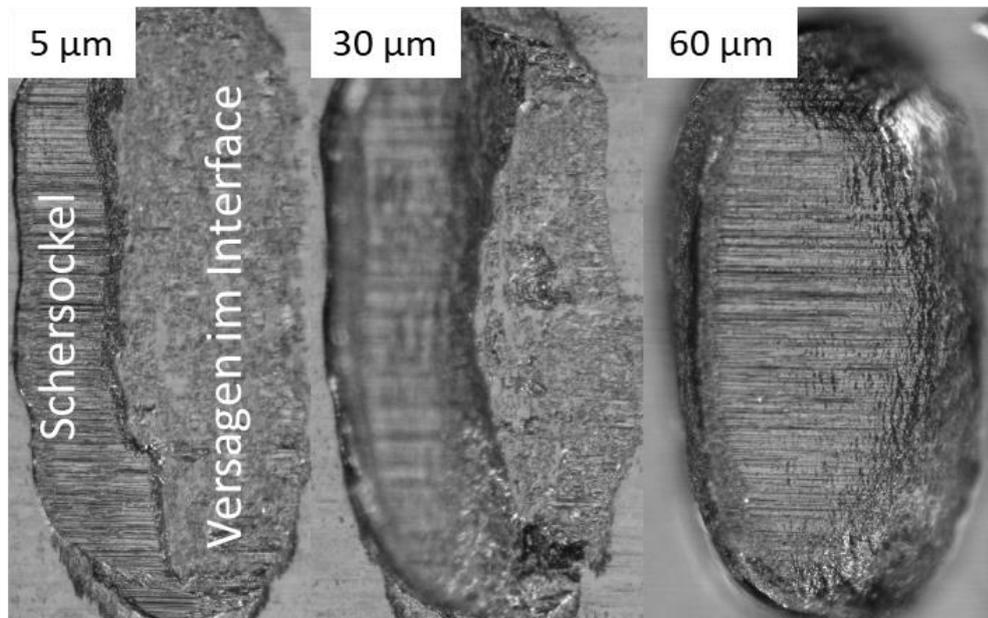
30.07.2024 || Seite 3 | 4  
-----



**Angescherter Aluminium Dickdrahtbond mit 300 µm Durchmesser auf Kupfersubstrat und gemessener Eindringhärteverteilung im Querschnitt**

©Technische Universität Berlin | Bild in Druckqualität:

[https://www.izm.fraunhofer.de/en/news\\_events/pics.html](https://www.izm.fraunhofer.de/en/news_events/pics.html)



-----  
**PRESSEINFORMATION**

30.07.2024 || Seite 4 | 4  
-----

**Draufsicht auf abgescherte Al H11 Wedges mit 5, 30 und 60 µm Scherhöhe. Zu sehen ist, wie sich das Verhältnis von Schersockel zu Versagen im Interface (der Schercode) ändert. © Fraunhofer IZM | Bild in Druckqualität:**

[https://www.izm.fraunhofer.de/en/news\\_events/pics.html](https://www.izm.fraunhofer.de/en/news_events/pics.html)

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 32.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 3,4 Milliarden Euro. Davon fallen 3,0 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

Hoch integrierte Mikroelektronik ist allgegenwärtig und bleibt doch fürs bloße Auge meist unsichtbar. Seit über 30 Jahren unterstützt das **Fraunhofer IZM** an den Standorten Berlin, Dresden und Cottbus Startups sowie mittelständische und internationale Großunternehmen mit Technologietransfer für intelligente Elektroniksysteme der Zukunft. Es deckt mit vier zentralen Technologie-Clustern eine große Bandbreite aus den Bereichen Quantentechnologie, Medizin-, Kommunikations- und Hochfrequenztechnik ab. Mit unserer weltweit führenden Expertise bieten wir unseren Kund\*innen kostengünstige Entwicklung und Zuverlässigkeitsbewertung von Electronic Packaging Technologien sowie maßgeschneiderte Systemintegration auf Wafer-, Chip- und Boardebene.

---

---

**Fachlicher Ansprechpartner**

Simon Kuttler | Telefon +49 30 46403-7936 | [simon.kuttler@izm.fraunhofer.de](mailto:simon.kuttler@izm.fraunhofer.de) | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | [www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de) |