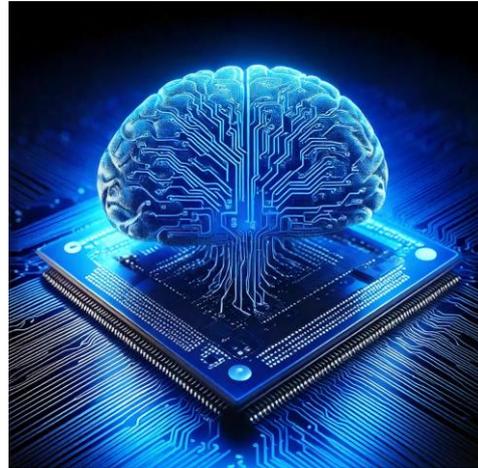


**IC-MPPE
Integrated Computational
Materials Process and Product
Engineering.**

Programm: COMET – Competence
Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET- K2 Zentrum

Projekt: EcoSolder, 01/2020-
03/2024, single-firm



Nutzung von künstlicher Intelligenz zur Analyse von Microchips
Bild: MCL - KI-generiert mit Adobe Firefly.

SCHÄDIGUNGSMECHANISMEN IN NACHHALTIGEN LOTEN

ASPEKTE VON BIG-DATA MACHINE LEARNING ALGORITHMEN WERDEN MIT TIEFGRÜNDIGER MATERIALFORSCHUNG VEREINT, UM DER RISSBILDUNG UND DEM RISSWACHSTUM IN MIKROELEKTRONISCHEN LOTEN AUF DEN GRUND ZU GEHEN.

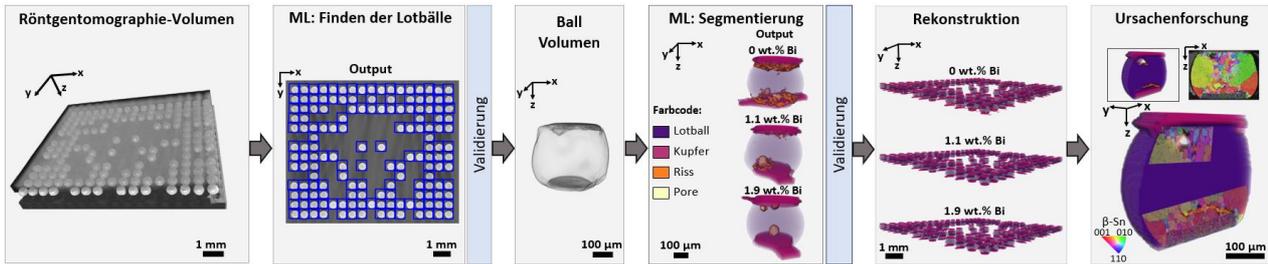
In der Mikro- und Leistungselektronikindustrie spielen die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von elektrischen Verbindungstechnologien eine maßgebliche Rolle. Oft werden dutzende von Lotbällen eingesetzt, um die elektrische Verbindung zwischen Chip und Leiterplatte aufrecht zu erhalten. Die Unversehrtheit dieser Lotbälle ist unerlässlich für die Funktionalität des elektronischen Bauteils.

Um nachhaltigere Verbindungstechnologien entwickeln zu können, ist daher das grundlegende Verständnis der Schädigungsmechanismen in solchen Lotverbindungen unumgänglich. Dieses Verständnis bleibt jedoch, speziell in bleifreien Loten, ein aktives Forschungsgebiet in der Materialwissenschaft.

Zinnbasierte Lote haben bleibasierte Lote in der Elektronikindustrie weitgehend aufgrund gesundheitlicher und umwelttechnischer Bedenken ersetzt. Dennoch gibt es Aspekte der Ermüdung und Lebensdauererminderung bei Temperaturwechsel dieser zinnbasierten Lote, die bisher wissenschaftlich unvollständig erforscht sind. Legiert man etwa Bismut hinzu, verlängert sich die Lebensdauer signifikant. Dieser Ansatz hat das Potential, die mikrostrukturelle Degradation dieser nachhaltigen Lote maßgeblich zu verzögern.

Um gezielt die Auswirkungen auf Risse und Poren in verschiedenen Lotlegierungen nach zyklischem Temperaturwechsel zu untersuchen, wurde ein Machine Learning (ML) basierter Workflow

SUCCESS STORY



Workflow der entwickelten ML-basierten Methode. Im 3D Röntgentomografie-Volumen werden individuelle Lotbälle mittels ML-Algorithmen gefunden und anschließend segmentiert. Die Methode liefert orts aufgelöste Informationen über Lotball-Schädigung in ganzen elektronischen Bauteilen. Diese statistische 3D-Schädigungsinformation wird weiterverwendet, um hoch aufgelöste Ursachenforschung zu betreiben.

Bild: MCL, Details dazu findet man in: C. Cui et al., Mater Degrad 8, 40 (2024), <https://www.nature.com/articles/s41529-024-00456-8>

entwickelt, der die Schädigung in ganzen elektronischen Bauteilen zerstörungsfrei und in 3D visualisiert und quantifiziert.

Wirkungen und Effekte

Die 3D-Visualisierung der Elektronikbauteile erfolgt über zerstörungsfreie Röntgentomografie. In den Tomografievolumina lassen sich verschiedene Materialien aufgrund ihrer verschiedenen Dichten unterscheiden. So können Zinnlotbälle von ihrer Luftumgebung und von Kupfermetallisierungen unterschieden, sowie Poren und Risse im Lot identifiziert werden. Anschließend identifiziert das entwickelte ML-Modell jeden einzelnen Lotball im Tomografievolumen und ein zweites Modell

segmentiert die im Lotball vorhandenen Risse und Poren. Der Workflow liefert also mit geringem experimentellem Aufwand detaillierte orts aufgelöste Informationen über die Lotschädigung im Bauteil.

Die Ortsauflösung der Methode ermöglicht sowohl statistische als auch gezielte Ursachenforschung. Die Mikrostrukturmodellierung ermöglicht eine detaillierte Analyse der erkannten Phänomene in den Lotverbindungen. Durch die Untersuchung der Materialstruktur auf mikroskopischer Ebene können die Einflüsse verschiedener Faktoren auf die Lebensdauer der Lötstellen bewertet werden. Diese Analysen liefern wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung von Maßnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer der Lötstellen.

Projektkoordination (Story)

Priv.-Doz. Dr. Roland Brunner
 Group leader material and damage analytics
 Materials Center Leoben Forschung GmbH

roland.brunner@mcl.at

IC-MPPE / COMET-Zentrum

Materials Center Leoben Forschung GmbH

Vordernberger Straße 12

8700 Leoben

T +43 (0) 3842 45922-0

mclburo@mcl.at; www.mcl.at

Projektpartner

- Materials Center Leoben
Forschung GmbH,
Österreich
- KAI Kompetenzzentrum
Automobil- und
Industrieelektronik GmbH,
Österreich
- Infineon Technologies AG,
Deutschland
- Montanuniversität Leoben,
Österreich

Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch Technologies durch BMIMI, BMWET und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt (www.ffg.at/comet).