

Kurzbeschreibung

zum geplanten Forschungsvorhaben

Schonendes TLP-Fügeverfahren bei Prozesstemperaturen unter 150°C durch Anwendung ternärer Systeme (LowTemp-TLP)

im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Vorgesehene Projektlaufzeit

2,5 Jahre

Motivation, Ausgangssituation

Im Rahmen eines bereits abgeschlossenen Forschungsvorhabens (Sensor-TLP, IGF-Vorhaben 18476N) war der TLP-Prozess basierend auf dem Ag-Sn-System sowohl mit galvanisch abgeschiedenen Multilayerfolien als auch mit direkt auf den zu fügenden Bauteilen abgeschiedenen Schichten grundlegend erarbeitet und der Einfluss der Prozessparameter Heizrate, Fügedruck, Fügezeit und Fügetemperatur auf das Ergebnis untersucht worden. Bei einer Fügetemperatur von 250°C konnten dabei Fügeverbindungen mit Scherfestigkeiten im Bereich von 70 MPa erzielt werden. Allerdings hatte sich gezeigt, dass bei Verwendung von Materialien mit stark unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wie z.B. Borosilikatglas und Edelstahl nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur große Restspannungen bleiben, die bei bruchempfindlichen Bauteilen zu deren Ausfall führen können. Für viele Anwendungen ist daher eine deutliche Absenkung der Prozesstemperatur wünschenswert. Andererseits führte die Verwendung unterschiedlicher Metallisierungen der Fügepartner teilweise entweder zu spröden ternären Phasen oder zur Bildung von Poren innerhalb der Fügezone, was die Festigkeit der Fügeverbindungen herabsetzte. Diese Vorgänge konnten im Rahmen des vergangenen Projekts nur ansatzweise untersucht werden und sind daher noch nicht vollständig verstanden worden.

Beschreibung, Projektziele

Im Vergleich zum binären System Ag-Sn, welches im Vorläuferprojekt 18476N bearbeitet wurde, lässt sich durch Einsatz eines geeigneten ternären Systems (wie beispielsweise Ag-In-Sn) die Fügetemperatur deutlich verringern. Dies vergrößert die Anwendungsmöglichkeiten erheblich, da nun das Verfahren auch für temperatursensitive Fügepartner (Leiterplatten, etc.) zugänglich wird. Während im System Ag-Sn die Fügetemperatur bei etwa 250°C liegt, werden durch die Addition von Indium deutlich geringere Temperaturen von etwa 150-200°C als ausreichend erachtet. Dies wird

dadurch möglich, dass In-Sn je nach Zusammensetzung bereits bei 117°C aufschmelzen (vgl. eutektische Zusammensetzung 52% In 48% Sn) und mit dem Fügepartner Silber reagieren kann. Die innerhalb des Dreistoffsystems entstehenden intermetallischen Phasen sind laut Literatur allesamt binär. Die Temperaturstabilität dieser IMP variiert, es existieren aber sowohl im System Ag-Sn als auch im System Ag-In Phasen, die im Praxistest bis deutlich über 400°C stabil sind.

Im Rahmen von Vorarbeiten wurden in Kooperation der Forschungspartner bereits erste erfolgreiche TLP-Bondversuche im System Ag-In-Sn durchgeführt. Als Fügepartner dienten versilberte Si-Testplättchen sowie eine gewalzte InSn_{49,1}-Lötfolie. Nach Demontage der Bondverbindung wurde der resultierende Phasenbestand mittels Röntgendiffraktometrie identifiziert, wobei bereits ein deutlicher Anteil der angestrebten temperaturstabilen Phasen nachgewiesen werden konnte.

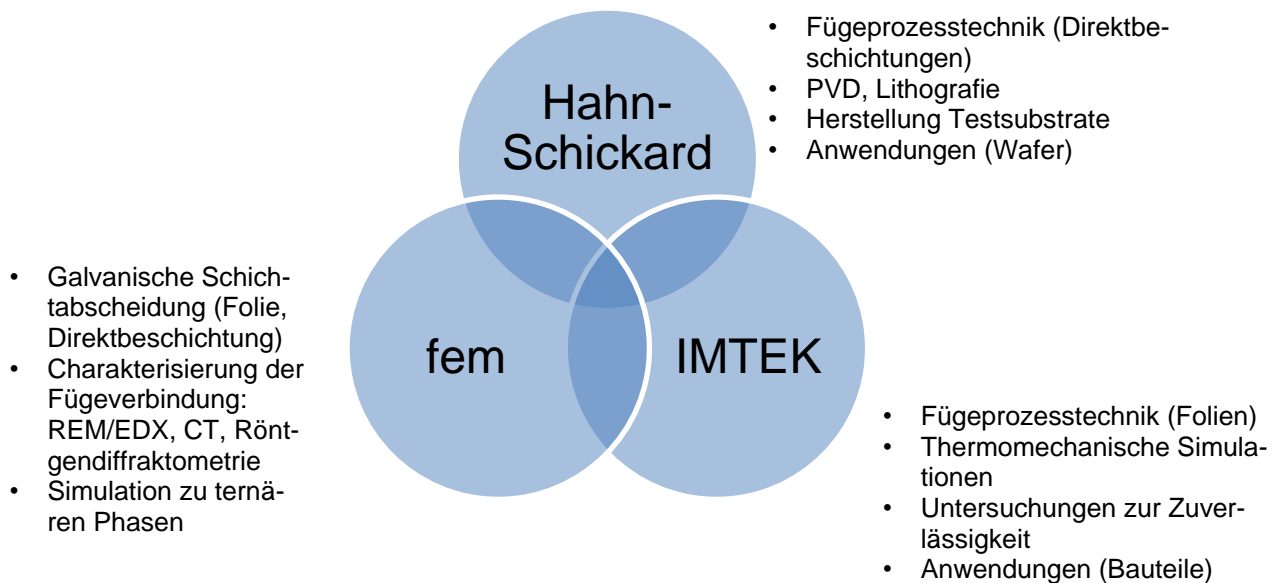
Zielsetzung des Projekts ist es, sowohl Zusammensetzung als auch Prozessparameter simulationsunterstützt so zu optimieren, dass sich bei möglichst geringer Fügetemperatur temperaturstabile Fügeverbindungen herstellen lassen. Zur Darstellung der Fügepartner sollen vorrangig elektrochemische Verfahren eingesetzt werden, analog zum Sensor-TLP-Projekt entweder als Folie oder in Form einer Direktbeschichtung. Weiter werden bei den Projektpartnern systematische Versuchsreihen mit unterschiedlichen Prozessbedingungen (Temperatur, Druck, Zeit) durchgeführt und die Ergebnisse analysiert. Dies bildet eine hochkomplexe Optimierungsaufgabe, da sowohl die Materialien und Schichtdicken als auch Temperaturrampen und Anpressdrücke variiert werden müssen um ein optimales Ergebnis zu erhalten. Insbesondere ist zu erwarten, dass sich aufgrund der dynamischen Schmelz-, Erstarrungs- und Diffusionsprozesse unterschiedlicher Phasen nichtlineare Abhängigkeiten von den Eingangsparametern ergeben. Aufgrund der Erfahrungen der beteiligten Forschungsstellen in der TLP-Prozesstechnik, der galvanischen Abscheidung und der Metallkunde sind sehr gute Voraussetzungen zur Erreichung des Ziels gegeben. Mögliche Anwendungen werden im Bereich der Sensorik, Leistungs- und Optoelektronik gesehen wie auch für Micro-Electromechanical-Systems (MEMS) oder in der Elektromobilität.

Arbeitsprogramm / Vorgehensweise

Das Arbeitsprogramm ist in 7 Arbeitspakete unterteilt:

- AP 1 Spezifikation
- AP 2 Untersuchung des ternären Systems In-Sn-Ag
- AP 3 Bereitstellung der Fügepartner (Folien, Direktbeschichtung)
- AP 4 Prozesstechnik zum Fügen
- AP 5 Entwurf und Herstellung Testobjekte
- AP 6 Charakterisierung
- AP 7 Funktionsmuster

Die Projektarbeiten werden zwischen den beteiligten Forschungseinrichtungen Hahn-Schickard, fem und IMTEK folgendermaßen aufgeteilt:



Durchführende Forschungseinrichtungen

Forschungseinrichtung 1

Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
Institut für Mikro- und Informationstechnik
Wilhelm-Schickard-Str. 10
D-78052 Villingen-Schwenningen
Kontakt: Axel.Schumacher@Hahn-Schickard.de

Forschungseinrichtung 2

fem, Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie
Katharinenstraße 17
D-73525 Schwäbisch Gmünd
Kontakt: willing@fem-online.de

Forschungseinrichtung 3

Universität Freiburg
Institut für Mikrosystemtechnik – IMTEK
Georges-Köhler-Allee 103
D-79110 Freiburg
Kontakt: markus.feisst@imtek.uni-freiburg.de