

Teilprojekt A5/Arbeitskreisgruppe Diagnosemethoden

Titel

Einfluss der Fest-Flüssig-Reaktionen im Lötspalt auf
Lötguteigenschaften und Präzision

Projektleitung/-bearbeitung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Bobzin, Kirsten
Projektbearbeitung: M. Sc. Rochala, Patrick
Institut für Oberflächentechnik (IOT)

Aufgabenstellung

Nach der Lotlegierungsentwicklung im Jahr 2015 sollten Lotbänder auf Sn- und Ti-Basis mittels Melt Spinning (MS) hergestellt und zum Fügen verwendet werden. Weiterführende rasterelektronenmikroskopische Analysen zur Charakterisierung der Eigenschaften dieser Lotbänder wurden durchgeführt. Zusätzlich wurden Fügeverbunde mit diesen Bändern hergestellt und in Bezug auf Phasenbildungsmechanismen und Diffusionsverhalten, sowie deren Einfluss auf die erreichbare geometrische Präzision der Verbunde, eingehend untersucht. Dies geschah in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus dem SFB, insbesondere aus TP A6 und B7.

Vorgehensweise

Die per MS hergestellten Lotbänder auf Sn- und Ti-Basis wurden mittels Rasterelektronenmikroskop hinsichtlich Element- und Phasenverteilung sowie Phasenzusammensetzung untersucht. Weiterführende Analysen mittels EBSD und TEM ermöglichten Aussagen zur Korngrößenverteilung und -orientierung sowie zur Kristallstruktur der einzelnen Phasen. Lötverbunde mit dem Sn-Band und dem Grundwerkstoff Al₉₃Si₇ bzw. mit dem Ti-Band und dem Werkzeugstahl 1.2343 wurden ebenfalls rasterelektronenmikroskopisch untersucht, um neue Erkenntnisse bzgl. der Phasenbildungsmechanismen beim Fügen zu gewinnen. Mikrohärtmessungen an sämtlichen hergestellten Verbunden ermöglichten die Beurteilung der mechanischen Eigenschaften der Nähte.

Ergebnisse

Untersuchungen der MS-Bänder auf Sn-Basis zeigten, dass alle entwickelten Lote eine feinkristalline Struktur besitzen. Sn-Lote, bei denen geringe Mengen Ge zulegiert wurden, wiesen zudem teilweise amorphe Bereiche auf. Ein vollständig amorphes Lot auf Sn-Basis konnte jedoch nicht realisiert werden. Anhand von Untersuchungen von Lötverbunden, die mit den Sn-Bändern hergestellt wurden, konnten zudem die Legierungsbestandteile des Lotes sowie deren Diffusionsverhalten mit der Morphologie der Fügenähte sowie der Entstehung konkreter Phasen in Korrelation gebracht werden. Weiterhin konnten zwei Ti-Lotlegierungen entwickelt werden, wobei eine Legierung unter Zugabe von Cu und Si im MS-Prozess vollständig amorph erstarrte. Alle per MS hergestellten Lotbänder sind zudem durch eine sehr homogene Verteilung der einzelnen Legierungselemente im Band gekennzeichnet. Beim Löten mit den Bändern konnte festgestellt werden, dass aufgrund der Ausbildung zahlreicher intermetallischer Phasen während des Lötprozesses Fügenähte mit äußerst komplexer Struktur entstehen. Entsprechend heterogene Härtewerte können für die Fügenähte gemessen werden. Nichtsdestotrotz konnten große Fortschritte beim Verständnis der Phasenbildungsmechanismen sowie bezüglich präzisionsmindernder Faktoren erzielt werden. So konnte beispielsweise durch das Anpassen der Löttemperatur an die Lotlegierung die Lötnaht homogenisiert und der Anteil festigkeitsmindernder Phasen um ca. 40 % reduziert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Mittels Melt Spinning konnten erfolgreich Lotbänder auf Sn- bzw. Ti-Basis hergestellt und zum Löten von Aluminium bzw. Werkzeugstählen verwendet werden. Dabei konnten werkstofftechnische Parameter, die entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung des Lötgefüges und die geometrische Präzision des Verbundes haben, bestimmt werden. Sich anschließende Untersuchungen werden die Modifizierung der Prozessparameter als Ziel haben, um Fügenähte mit angepasstem Eigenschaftsprofil und hoher geometrischer Präzision zu erzeugen. In Zusammenarbeit mit ACCESS e.V. (TP B7) sollen zudem Lotlegierungen auf Fe- bzw. Ni-Basis

gesucht werden, welche durch MS zu Bändern verarbeitet und zum Fügen von Werkzeugstählen bei möglichst niedrigen Temperaturen verwendet werden können. Ziel ist es, die Grundwerkstoffe im Fügeprozess möglichst wenig zu beeinflussen und Fügenähte mit möglichst hoher geometrischer Präzision herzustellen. Sämtliche Fügeverbunde werden daher unter diesem Aspekt untersucht. Präzisionsbestimmende Einflüsse, welche sich aus der Wechselwirkung zwischen Lotlegierung und Substrat, der Lotbandmikrostruktur und dem Prozess ergeben, sollen damit qualifiziert und quantifiziert werden. Hierbei ist eine intensive Zusammenarbeit mit dem GfE (TP A6) geplant.

Veröffentlichungen

K. Bobzin, M. Öte, S. Wiesner, L. Pongratz, J. Mayer, A. Aretz, R. Iskandar, A. Schwedt: Characterisation of Transient Liquid Phase Bonding solidification processes with Sn-based rapidly solidified brazing ribbons for joining of aluminum cast alloy. In: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 118, IOP Publishing, 2016. Kooperation mit TP A6 (GfE) und TP B7 (ACCESS e.V.)

K. Bobzin, M. Öte, S. Wiesner, L. Pongratz, J. Mayer, A. Aretz, R. Iskandar, A. Schwedt: Characterisation of Transient Liquid Phase Bonding solidification process with S-based rapidly solidified brazing ribbons for joining of aluminum cast alloy. In: 11. LÖT 2016 Aachen, 07.-09.06.2016. In Kooperation mit TP A6 (GfE) und TP B7 (ACCESS e.V.)

R. Iskandar, L. Pongratz, S. Wiesner, M. Öte, A. Schwedt, K. Bobzin, J. Mayer: Microstructure Analysis of Transient Liquid Phase Bonded Joints with Sn based Rapidly Solidified Braze Ribbons. In: EMC 2016, Lyon, Frankreich, 29.08.-06.09.2016

R. Iskandar, L. Pongratz, S. Wiesner, M. Öte, A. Schwedt, K. Bobzin, J. Mayer: Analytical Investigation of Rapidly Solidified Braze Ribbons for Transient Liquid Phase Bonding. Vortrag. In: 11. APMC, Phuket, Thailand, 23.05.-27.05.2016



K. Bobzin, M. Öte, S. Wiesner, P. Rochala, J. Mayer, A. Aretz, R. Iskandar, A. Schwedt: Investigation of the effect of rapidly solidified braze ribbons on the microstructure of brazed joints. In: 19. Werkstofftechnischen Kolloquium 2016 Chemnitz, 16./17.03.2017. Kooperation mit TP A6 (GfE) und TP B7 (ACCESS e.V.). **In Planung**

K. Bobzin, M. Öte, S. Wiesner, L. Pongratz, J. Mayer, A. Aretz, R. Iskandar, A. Schwedt: Characterisation of Ti based braze ribbons produced by melt spinning process for joining hot-working steel 1.2343. Kooperation mit TP A6 (GfE) und TP B7 (ACCESS e.V.) **In Planung**