

# Inhaltsverzeichnis

## Session 2: Innovative Systemintegration

### S 2.1

Sitzungsleitung: J. Stahr, AT & S Austria Technologie Systemtechnik AG, Leoben, Österreich;  
J. Denzel, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm

- 1 Entwicklung einer Mikrokamera mit integrierter Bildverarbeitung auf Basis der Einbett-Technologie ..... 13**  
A. Ostmann, Fraunhofer IZM, Berlin
- 2 Innovative leiterplattenbasierte Systemintegration einer MEMS Scannereinheit ..... 17**  
M. Lenzhofer, CTR Carinthian Tech Research AG, Villach, St. Magdalen, Österreich
- 3 Erweiterte Anforderungen an Schaltungsträger und Montagetechnik zur Realisierung innovativer UV-Sensorik ..... 22**  
S. Nieland, CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH, Erfurt
- 4 Leiterplatten mit eingebetteter UHF-RFID-Technik ..... 27**  
G. Seeger, Beta Layout GmbH, Aarbergen

## Session 3: Leiterplatten- und Baugruppentechologien

### S 3.1

Sitzungsleitung: J. Weber, Zollner Elektronik AG, Zandt; R. Schulze, BuS Elektronik GmbH, Riesa

- 5 Komplexe Systeme in Folien – die nächste Generation intelligenter und flexibler Folien-substrate ..... 31**  
A. Schreivogel<sup>1</sup>, J. Kostelnik<sup>1</sup>, S. Saller<sup>2</sup>, J. Burkhardt<sup>3</sup>, C. Harendt<sup>3</sup>, M. Hassan<sup>3</sup>, M. Fritzmann<sup>4</sup>, J. Keck<sup>5</sup>  
<sup>1</sup>Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Rot am See; <sup>2</sup>Festo AG, Esslingen; <sup>3</sup>Institut für Mikroelektronik Stuttgart; <sup>4</sup>Pilz GmbH & Co. KG, Ostfildern; <sup>5</sup>Hahn-Schickard-Gesellschaft, Stuttgart
- 6 Entwicklung von maßgeschneiderten Materialien für flexible Leiterplatten ..... 35**  
H. Schenk, Mektec Europe GmbH, Weinheim
- 7 Produktanforderungen an Leiterplatten (LP) für Automotive-Sensor-Systeme und ihre technische Umsetzung in der LP-Fertigung ..... 38**  
G. Georgiev, KSG Leiterplatten GmbH, Gornsdorf
- 8 Reflow-Konvektionslötten mit Flüssigstickstoffkühlung für energieeffiziente und flexible Lötprozesse ..... 43**  
H. Bell, M. Kneer, Rehm Thermal Systems GmbH, Blaubeuren-Seißen; A. Kast, Air Liquide Deutschland GmbH, Düsseldorf

## Session 4: Aufbau- und Verbindungstechnik

### S 4.1

Sitzungsleitung: G. Schmitz, Robert Bosch GmbH, Renningen; M. Schneider-Ramelow, Fraunhofer IZM, Berlin

- 9 Eigenschaften elektrisch leitfähiger Klebeverbindungen für die Leistungselektronik ..... 47**  
 E. Möller<sup>1</sup>, L. Middelstädt<sup>2</sup>, F. Grieger<sup>2</sup>, A. Lindemann<sup>2</sup>, J. Wilde<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – IMTEK; <sup>2</sup>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – IESY
- 10 Optimierung der Anlagen- und Prozessparameter für die zuverlässige Fertigung kupferbasierter sequentieller Chip-Verbindungen in der Leistungselektronik ..... 52**  
 C. Kästle<sup>1</sup>, T. Blank<sup>2</sup>, M. Weber<sup>2</sup>, J. Sedlmair<sup>3</sup>, J. Franke<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie; <sup>3</sup>F & K Delvotec Bondtechnik GmbH, Ottobrunn
- 11 Fügekonzepte für Leistungsmodule an Kühlkörper ..... 59**  
 D. Feil<sup>1</sup>, T. Herberholz<sup>1</sup>, A. Fix<sup>1</sup>, M. Rittner<sup>1</sup>, M. Guyenot<sup>1</sup>, M. Nowotnick<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Robert Bosch GmbH, Renningen; <sup>2</sup>Universität Rostock
- 12 Technische Sauberkeit – Eine Schlüsselanforderung in der modernen High Tech Elektronikproduktion? ..... 65**  
 H. Semmler, BMW AG, Regensburg; A. Mahr, Zollner Elektronik AG, Zandt

## Session 2: Innovative Systemintegration

### S 2.2

Sitzungsleitung: M. Eisenbarth, Conti Temic microelectronic GmbH & Co. KG, Kempen; J. Franke, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

- 13 Power Embedding – der Paradigmenshift in der Aufbau- und Verbindungstechnik ..... 71**  
 C. Rössle, T. Gottwald, Schweizer Electronic AG, Schramberg
- 14 Innovative Systemintegration für elektrische Steckverbinder und Anschlusstechnologien ..... 76**  
 F.-P. Schiefelbein, Siemens AG, Berlin; F. Ansorge, C. Baar, Fraunhofer IZM, Weßling; O. Meier, Finke Elektronik GmbH, Waldkirch; J. S. Michels, Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold; R. Mödinger, ERNI Production GmbH & Co. KG, Adelberg
- 15 EmPower – Integrierte Leistungskomponenten für Elektrofahrzeuge ..... 80**  
 S. Groß, K. Beart, T. Schmidt, B. Schuch, Continental, Nürnberg; J. Stahr, M. Morianz, AT & S AG, Leoben-Hinterberg, Österreich; J. Nicolics, M. Unger, Technische Universität Wien, Österreich
- 16 Langzeitstabile und robuste Kapselung von Elektronikbaugruppen für Unterwasseranwendungen ..... 86**  
 R. Schwerz, M. Röllig, B. Frankenstein, Fraunhofer IKTS, Dresden

## Session 3: Leiterplatten- und Baugruppentechologien

### S 3.2

Sitzungsleitung: A. Biener, Mekttec Europe GmbH, Weinheim; C. Weiß, ZVEI, Frankfurt am Main

- 17 Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen aus dem ZVEI-Leitfaden zur Nacharbeit und Reparatur elektronischer Baugruppen ..... 92**  
 T. Lauer, Airbus Defence and Space GmbH, Ulm

- 18 Big Data Analyse des SMD-Prozesses: Fehlerquellen identifizieren, Prozesse optimieren ..... 100**  
 P. Wölflick, Conti Temic microelectronic GmbH, Nürnberg
- 19 Evaluation von Einflussfaktoren auf den Schablonen-Druckprozess für passive Bauelemente der Größe 03015 mm ..... 105**  
 S. Härter<sup>1</sup>, C. Lüntzsch<sup>2</sup>, J. Franke<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; <sup>2</sup>LaserJob GmbH, Fürstenfeldbruck
- 20 Kapazitive Eingabesysteme auf Glas am Beispiel von Smart Home ..... 114**  
 W. Krütt, FELA GmbH, Villingen-Schwenningen

## Session 4: Aufbau- und Verbindungstechnik

### S 4.2

Sitzungsleitung: G. Schmitz, Robert Bosch GmbH, Rennigen; M. Schneider-Ramelow, Fraunhofer IZM, Berlin

- 21 Energieeffiziente Lötprozesse durch autonom schmelzende Lotpasten – Thermoflux ..... 118**  
 M. Nowotnick, D. Seehase, A. Novikov, Universität Rostock; B. Müller, D. Wormuth, U. Wittreich, Siemens AG, Berlin
- 22 Neue Flussmittelsysteme zum Weichlöten von Aluminium ..... 124**  
 N. Kopp, ELSOLD GmbH & Co. KG, Ilsenburg
- 23 Einfluss der Lötprofilparameter auf die Lötqualität beim Vakuumkondensationslöten ..... 129**  
 S. Längen, A. Klemm, H. Wohlrabe, Technische Universität Dresden
- 24 Einfluss von Poren in Lötverbindungen bei LED-Anwendungen ..... 135**  
 M. Rauer<sup>1</sup>, P. Xu<sup>2</sup>, A. Reinhardt<sup>3</sup>, M. Kaloudis<sup>1</sup>, J. Franke<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Hochschule Aschaffenburg; <sup>2</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; <sup>3</sup>SEHO Systems GmbH, Kreuzwertheim

## Session 5: Zuverlässigkeit

### S 5.1

Sitzungsleitung: H. Wohlrabe, Technische Universität Dresden; M. Weinreich, DVS e.V., Düsseldorf

- 25 Zuverlässigkeit von Lötstellen keramischer SMD-Komponenten in Abhängigkeit von Padlayout und Lotvolumen ..... 140**  
 H. Schimanski, M. Poech, S. Schröder, Fraunhofer ISIT, Itzehoe
- 26 Abschätzung der Zyklenfestigkeit von elektrischen Durchkontaktierungen thermisch beanspruchter Leiterplatten mit Hilfe experimenteller und simulativer Methoden ..... 146**  
 H. Walter<sup>1</sup>, M. Broll<sup>2</sup>, M. van Dijk<sup>1</sup>, M. Schneider-Ramelow<sup>1</sup>, V. Bader<sup>1</sup>, O. Wittler<sup>1</sup>, K.-D. Lang<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>Fraunhofer IZM, Berlin; <sup>2</sup>Technische Universität Berlin
- 27 Kupferleitpasten – Zuverlässigkeit und numerische Modelle ..... 151**  
 M. Schmied, M. Stickel, R. Fiehler, KSG Leiterplatten GmbH, Gornsdorf
- 28 Zuverlässigkeitsuntersuchungen an organischen Leiterplatten mit dickem Kupferkern für leistungselektronische Anwendungen ..... 157**  
 K. Meier<sup>1</sup>, M. Röllig<sup>2</sup>, K. Bock<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Technische Universität Dresden; <sup>2</sup>Fraunhofer IKTS, Dresden

## Session 6: Systemkonzepte, Designtools und Simulation

### S 6.1

Sitzungsleitung: J. Wilde, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – IMTEK; R. Schacht, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

- 29 3D-Entwurfswerkzeug zur Systemplanung von Multi-Boards auf Block-Level ..... 161**  
 B. Stube, B. Schröder, T. Mullins, Technische Universität Berlin
- 30 Entwicklung einer Pro-aktiven Lötstellengeometrie-unabhängigen Lebensdauersimulation für bleifrei Lote ..... 165**  
 B. Métais<sup>1,2</sup>, A. Kabakchiev<sup>1</sup>, M. Guyenot<sup>1</sup>, R. Metasch<sup>3</sup>, M. Röllig<sup>3</sup>, P. Buhl<sup>2</sup>, S. Weihe<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Robert Bosch GmbH, Renningen; <sup>2</sup>Universität Stuttgart; <sup>3</sup>Fraunhofer IKTS, Dresden
- 31 Transiente elektrisch-thermisch-mechanische FEM-Simulationen zur Zuverlässigkeitsbewertung von Leistungselektronikmodulen in Leiterplattentechnik für Automotive-Anwendungen ..... 170**  
 Y. Maniar<sup>1,2</sup>, A. Kabakchiev<sup>1</sup>, B. Metais<sup>1,2</sup>, A. Birkhold<sup>1</sup>, P. Binkele<sup>2</sup>, S. Schmauder<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Robert Bosch GmbH, Renningen; <sup>2</sup>Universität Stuttgart
- 32 Herausforderungen der nächsten Generation von High-Speed Kommunikations-Anwendungen für die Leiterplattentechnologie ..... 179**  
 C. Tschoban, X. Duan, U. Maaß, Technische Universität Berlin; C. Ranzinger, Contag AG, Berlin;  
 I. Ndip, H. Pötter, K.-D. Lang, Fraunhofer IZM, Berlin

## Session 4: Aufbau- und Verbindungstechnik

### S 4.3

Sitzungsleitung: J. Franke, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; H. van't Hoen, Wirges

- 33 Reflowlöten komplexer Boards ..... 185**  
 H. Bell, H. Öttl, Rehm Thermal Systems GmbH, Blaubeuren-Seißen; H. Grumm, Christian Koenen GmbH, Ottobrunn; N. Heilmann, ASM Assembly Systems GmbH & Co. KG, München; M. Hutter, Fraunhofer IZM, Berlin; M. Haubner, B. Schilling, TDK Europe, München; J. Trodler, Heraeus Materials Technology GmbH & Co. KG, Hanau; T. Vegelahn, EKRA Automatisierungssysteme GmbH, Bönningheim
- 34 Preform basiertes Diffusionslöten für elektronische Hochtemperaturanwendungen ..... 190**  
 H.-M. Daoud, J. Pfarr, Pfarr Stanztechnik GmbH, Buttlar
- 35 Kontaktoberflächen für lösbare Verbindungen in der Elektronik ..... 195**  
 B. Endres, Gramm Technik GmbH, Ditzingen
- 36 Einpresstechnik in Cu/OSP-Oberflächen – eine Variante mit Zukunft? ..... 200**  
 T. Schmidt, Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt; H. P. Tranitz, Continental AG, Regensburg;  
 P. Jaeckle, Robert Bosch GmbH, Stuttgart; T. Gottwald, Schweizer Electronic AG, Schramberg;  
 H. Woldt, Diehl Metal Applications GmbH; H. Eicher, ept GmbH; W. Neef, AVX GmbH;  
 R. Vodiunig, BMW AG, München; U. Pape, Volkswagen AG, Wolfsburg

## Session 5: Zuverlässigkeit

### S 5.2

Sitzungsleitung: R. Schnabel, VDE/VDI-GMM, Frankfurt am Main; R. Schließer, VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

- 37 Gekoppelte Berechnung der Durchkontaktierungen in Leiterplatten unter elektrischer Belastung ..... 206**  
 B.-E. Abali<sup>1</sup>, W.-H. Müller<sup>1</sup>, H. Walter<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Technische Universität Berlin; <sup>2</sup>Fraunhofer IZM, Berlin
- 38 A Product Based Comprehensive Reliability Analysis with a Focus on Lead-Free Solder Joints ..... 211**  
 A. Youssef<sup>1,2</sup>, J. Birner<sup>1</sup>, R. Vodiunig<sup>1</sup>, H. Völkel<sup>1</sup>, A. Middendorf<sup>2</sup>, M. Hutter<sup>2</sup>, K.-D. Lang<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>BMW Group, München; <sup>2</sup>Technische Universität Berlin
- 39 Sprödbuchrisiko an keramischen Bauelementen in Abhängigkeit vom Hochtemperatur-Lotwerkstoff und der Beanspruchungsgeschwindigkeit ..... 216**  
 R. Dudek<sup>1</sup>, M. Hildebrandt<sup>1</sup>, S. Rzepka<sup>1</sup>, M. Röllig<sup>2</sup>, J. Trodler<sup>3</sup>,  
<sup>1</sup>Fraunhofer ENAS, Chemnitz; <sup>2</sup>Fraunhofer IKTS, Dresden; <sup>3</sup>Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG, Hanau
- 40 Performance-Vergleich von Niedertemperatur-Bondverfahren für Baugruppen hoher Verlustleistung ..... 223**  
 J. Wilde, E. Möller, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – IMTEK; A. Bajwa, University of California LA, USA

## Session 7: Substrate und Bauelemente

### S 7.1

Sitzungsleitung: M. Hauer, DYCONEX AG, Bassersdorf, Schweiz; U. Bechtloff, KSG Leiterplatten GmbH, Gornsdorf

- 41 Glasbasierte elektro-optische Schaltungsträger als Plattform für die Siliziumphotonik ..... 229**  
 L. Brusberg, M. Neitz, D. Weber, M. Wöhrmann, H. Schröder, D. Manassis, T. Tekin, K.-D. Lang, Fraunhofer IZM, Berlin und Technische Universität Berlin
- 42 Chemisch beständige Sensormatrizen auf Polyimid-Basis ..... 234**  
 M. Schaulin, C. Meitzner, Technische Universität Dresden
- 43 Weiße Lötstopplacke – Langzeittemperaturbeständigkeit und höchste Remissionswerte – Ein Widerspruch? ..... 238**  
 H. Leiner, Lackwerke Peters GmbH + Co. KG, Kempen
- 44 Thermisches Management von Hochtemperatur Elektronik mit leistungsfähigen Kompositmaterialien ..... 244**  
 A. Novikov, C. Strehse, D. Lexow, M. Nowotnick, Universität Rostock

## Session 8: Analyseverfahren, Prozess- und Produktprüfung

### S 8.1

Sitzungsleitung: H. Schweigart, ZESTRON Europe, Dr. O. K. Wack Chemie GmbH, Ingolstadt;  
E. Maiser, VDMA, Frankfurt am Main

- 45 Möglichkeiten und Grenzen der Röntgendiagnostik für Heterosysteme ..... 250**  
M. Oppermann, O. Albrecht, T. Zerna, Technische Universität Dresden
- 46 In-Situ-Röntgenuntersuchungen an Lötstellen der Leistungselektronik ..... 255**  
A. Klemm, T. Zerna, Technische Universität Dresden
- 47 Messverfahren zur thermo-mechanischen Charakterisierung von Werkstoffen der Hochtemperatur-AVT ..... 261**  
R. Metasch<sup>1</sup>, A. Klemm<sup>2</sup>, M. Röllig<sup>1</sup>, T. Zerna<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Fraunhofer IKTS, Dresden; <sup>2</sup>Technische Universität Dresden
- 48 Thermo-fluidisch gekoppelte Untersuchung von Flip-Chips auf einer Leiterplatte ..... 267**  
R. Schacht<sup>1,4</sup>, J. Punch<sup>2</sup>, E. Merten<sup>3</sup>, S. Rzepka<sup>4</sup>, B. Michel<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg; <sup>2</sup>University of Limerick, Ireland;  
<sup>3</sup>Berliner Nanotest und Design GmbH; <sup>4</sup>Fraunhofer ENAS, Chemnitz

## Session 6: Systemkonzepte, Designtools und Simulation

### S 6.2

Sitzungsleitung: R. Dudek, Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme – ENAS, Chemnitz;  
H. Walter, Fraunhofer IZM, Berlin

- 49 Simulation des Infiltrationsprozesses beim Diffusionslöten ..... 273**  
R. Chassagne, F. Dörfler, M. Guyenot, Robert Bosch GmbH, Renningen; J. Harting, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- 50 Investigation of the ultrasonic ribbon bonding process on electronic power modules ..... 277**  
J. Song, F. Dörfler, M. Guyenot, Robert Bosch GmbH, Renningen; S. Schmauder, Universität Stuttgart
- 51 Schnelle Beanspruchungsanalyse von elektronischen Motorsteuerungen unter Vibrationslast als Unterstützung im Designprozess ..... 281**  
M. Röllig, R. Metasch, Fraunhofer IKTS, Dresden; A. Schingale, M. Tarnovetchi, A. Schießl, Continental Automotive GmbH, Regensburg

## Session 7: Substrate und Bauelemente

### S 7.2

Sitzungsleitung: R. Dietrich, Lackwerke Peters GmbH + Co. KG, Kempen; J. Kostelnik, Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Rot am See

- 52 Auf bewährter Basis mit Innovation in die Zukunft – Basismaterialien für besondere Herausforderungen ..... 286**  
A. Graf, Isola GmbH, Düren

<b>53</b>	<b>Neue Fakten zu Tetrabrom-Bisphenol-A (TBBA)</b> .....	<b>292</b>
	M. Cygon, Isola GmbH, Düren	
<b>54</b>	<b>Parametrisches transientes thermo-elektrisches PSPICE-Modell für ein zwei-adriges Stromkabel</b> .....	<b>294</b>
	R. Schacht <sup>1,2,3</sup> , A. Deodat <sup>1</sup> , S. Rzepka <sup>2,3</sup> , B. Michel <sup>2,3</sup>	
	<sup>1</sup> Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg; <sup>2</sup> Fraunhofer ENAS, Chemnitz;	
	<sup>3</sup> Joint Lab Berlin	
 <b>Session 8: Analyseverfahren, Prozess- und Produktprüfung</b>		
<b>S 8.2</b>		
Sitzungsleitung: T. Zerna, Technische Universität Dresden; M. Nowotnick, Universität Rostock		
<b>55</b>	<b>Modifizierung von Lötstopplackoberflächen durch Prozesseinflüsse im Leiterplattenherstell- und Bestückungsprozess</b> .....	<b>299</b>
	C. Hofmeister, S. Maaß, J. Hink, Robert Bosch GmbH, Schwieberdingen; T. Fladung, B. Mayer, Fraunhofer IFAM, Bremen	
<b>56</b>	<b>Ultraschall-Bonden mit Kupfer-Aluminium-Manteldraht</b> .....	<b>305</b>
	R. Klengel, J. Schischka, F. Naumann, S. Klengel, Fraunhofer IMWS, Halle	
<b>57</b>	<b>Verfahren zur Abschätzung der Baugruppenlebensdauer bei Feuchtklimabeanspruchung</b> .....	<b>310</b>
	H. Schweigart, ZESTRON Europe, Ingolstadt	
	<b>Autorenverzeichnis</b> .....	<b>313</b>