

Elektronische Baugruppen und Leiterplatten EBL 2014

Von Hochstrom bis Hochintegration

Vorträge der 7. DVS/GMM-Tagung
in Fellbach am 11. und 12. Februar 2014

Gemeinschaftsveranstaltung von
DVS – Deutscher Verband für Schweißen und
verwandte Verfahren e. V. und
GMM – VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik,
Mikrosystem- und Feinwerktechnik

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Titelbild:

Leistungsendstufe eines Hubschrauberumrichters zur Rotorblattansteuerung
(© Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, Berlin)

DVS-Berichte Band 301

ISBN 978-3-87155-573-2

Die Vorträge wurden als Manuskript gedruckt.

Alle Rechte, einschließlich Übersetzungsrecht, vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung dieses Bandes oder von Teilen desselben nur mit Genehmigung der DVS Media GmbH, Düsseldorf.

© DVS Media GmbH, Düsseldorf · 2014

Herstellung: Griebisch & Rochol Druck GmbH & Co. KG, Hamm

Vorwort

Die Verknüpfung von Multifunktionssensorik, Informationsverarbeitung und Systemen zur Beeinflussung der Anwendungsumgebung durchdringt schon fast alle Lebensbereiche. So sind z. B. Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie derzeit einem grundlegenden Wandel unterworfen, der nicht nur im Bereich der Leistungselektronik, sondern auch von der Mess- und Regel- sowie der Informationstechnik innovative Lösungen erfordert. Infolge des unregelmäßigen, nicht planbaren Anfalls an elektrischer Energie aus regenerativen Energiequellen muss im Netz zukünftig ein permanenter Abgleich von Angebot und Nachfrage erfolgen. Das Prinzip zentraler (Energie-) Produktionsanlagen zur Netzstabilisierung wird einer aktiven Regelung größerer Verbraucher, Energiespeicher oder dezentraler Erzeugungsanlagen weichen müssen.

Ungeachtet der Diskussionen um die Bereitstellung der benötigten Energie zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort wird auf der Verbrauchsseite der effiziente Umgang mit elektrischer Energie in der Antriebs-, der Rechen- sowie der Mess- und Regelungstechnik von Maschinen und Anlagen erheblich an Bedeutung gewinnen. Hier sind durch den Einsatz intelligenter Elektronik Einsparpotenziale von durchschnittlich 30 %, bei Einführung intelligenter Stand-by-Lösungen von 90 % zu erreichen. Auch wird der Bereich „e-mobility“ weiter voranschreiten. Zwar stockt der Absatz von E-Autos, jedoch sind die Zuwächse bei E-Bikes ungebrochen: In Deutschland wird 2018 ein Absatz von 600.000 E-Bikes erwartet.

Übersetzt in Anforderungen für zukünftige elektronische Baugruppen führt das zu einer langen Liste mit Entwicklungsschwerpunkten wie etwa hohe Schaltströme, hohe Spannungen, höchste Schaltfrequenzen, steigende Betriebstemperaturen, hohe Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität sowie die Einhaltung strenger Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit und zur Umweltschonung. Eine weitere wichtige Herausforderung ist die Integration von Sensorik und Logik, angepasst und optimiert hinsichtlich Funktionalität und Einsatzbelastung.

Die in diesem Sinne steigenden Anforderungen sind nur zu erfüllen, wenn zukünftige Aufbau-, Packaging- und Baugruppenttechnologien, z. B.:

- die Leistungsfähigkeit konventioneller Materialien verbessern und neue Materialien gezielt etablieren,
- Si-Logik- und Si-Leistungselektronik verschmelzen lassen,
- kostengünstige Konzepte zur Integration von SiC- oder GaAs-Halbleitern bereitstellen,
- Konzepte zur Vermeidung thermomechanischer Ausfälle von Interconnects, Leiterbahnen oder Substraten vorhalten,
- höchste thermische Leitfähigkeit zur Wärmeableitung bereitstellen,
- fortschrittliche Integrationstechniken (z. B. 3D oder Embedding) vorantreiben.

Entsprechende Lösungen werden anlässlich der Konferenz und Fachausstellung „EBL 2014 – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten“ in Fellbach gezeigt. Damit wird sich die Tagung einmal mehr auf dem Gebiet elektronischer Aufbau- und Baugruppenttechnologie als die führende Präsentations- und Diskussionsplattform für die Fachwelt im deutschsprachigen Raum darstellen. Aktuelle Entwicklungstrends, Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen werden durch Vorträge aus Industrie und Wissenschaft umfassend nutzbar vorgestellt und die Kongressteilnehmer in die Diskussion eingebunden. Die begleitende Ausstellung mit neuesten Material-, Geräte- und Prozessentwicklungen ermöglicht eine Einschätzung der Anwendbarkeit fortschrittlicher Verfahren im eigenen Umfeld und unterstützt zusätzlich den vertieften Erfahrungsaustausch.

Unser Dank gilt den Vortragenden, die es durch rechtzeitiges Einreichen ihrer Vortragsmanuskripte ermöglichten, den Teilnehmern den Tagungsband zur Veranstaltung zur Verfügung zu stellen.

Prof. Dr. Udo Bechtloff
Vorsitzender der Programmkommission

Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Substrate und Bauelemente

A. Exarchos, Düren

Innovative Basismaterialien für erhöhte Anforderungen aus dem Bereich des Strommanagements 1

H. Schröder, St. Karaszkiwicz, L. Brusberg, Berlin, E. Krüger, Düren, N. Tolle, Lamspringe, Th. Wiegel, Grünenplan, K. Plat und L. Overmeyer, Hannover

Vollständig dünnglasbasierte, hybride elektro-optische Leiterplatte – Neue Chancen und Herausforderungen, Fertigungstechnik 6

S. Meyer, M. Kyrychenko, H. Wohlrabe, K.-J. Wolter, H. Reuter und M. Keil, Dresden

Untersuchungen zur mechanischen Belastbarkeit von 0402-SMD-Chipbauelementen bei der Bestückung 12

O. Albrecht, Dresden, B. Bellmann, Freiberg, S. Gueldner, G. Noetzold, Mittweida, M. Oppermann und K.-J. Wolter, Dresden

Pin-in-Paste für klein- und großvolumige Aluminium-Elektrolytkondensatoren – Technologieentwicklung und Zuverlässigkeitsuntersuchungen 19

Analyse I

J. Trodler, Hanau, und M. Nowotnick, Rostock

Neue Anforderungen für die SIR-Messung 25

P. Fischer und M. Eymann, Balve

Lotbadmanagement und Möglichkeiten der Prozessoptimierung für nickel-dotierte bleifreie Lote 29

H. Schweigart und St. Strixner, Ingolstadt

Erfassbarkeit von Reinheitseinflüssen auf die Zuverlässigkeit von Leistungselektroniken 32

A. Schlaht und U. Pape, Wolfsburg

Bewertungsmöglichkeiten für Einpressverbindungen bei einem Automobilhersteller 37

Aufbau- und Verbindungstechnik I

M. Tondorf, Y. Gan, K. Mouselimis und J. Wilde, Freiburg

Elektrostatisch-fluidische Selbstassemblierung für die hochgenaue Mikro-Montage von MEMS 46

K. Hofmann, F. Hugger und S. Roth, Erlangen	
Laserstrahlbasierte Kupfer-Aluminium-Verbindungen für Anwendungen in der Hochstromtechnik	52
A. Fix, T. Herberholz, M. Guyenot, Schwieberdingen, M. Nowotnick, A. Novikov, Rostock, J. Schulze, J. Trodler, Hanau, M. Hutter, Ch. Ehrhardt, Berlin, R. Dudek, Chemnitz, K. Wilke, J. Strogies, Berlin, B. Seiler, K. Kreyßig, Chemnitz, R. Diehm, V. Liedke, Kreuzwertheim, Th. Zerna und A. Klemm, Dresden	
Standard-Reflowlötungen für Anwendungen bis 300 °C – ein Widerspruch? Ergebnisse aus dem Verbundprojekt HotPowCon	58
D. Seehase, H. Huth, F. Bremerkamp und M. Nowotnick, Rostock	
Bewertung der Qualität und Zuverlässigkeit von mit exotherm reagierenden Pasten hergestellter Lötverbindungen	63
 Aufbau- und Verbindungstechnik II	
Ch. Ehrhardt, M. Hutter, H. Oppermann und K.-D. Lang, Berlin	
Verbindungstechnologien für Baugruppen bei erhöhten Betriebstemperaturen	68
H. Grumm und D. Graupner, Ottobrunn	
Schablonendruck mit Sinterpasten	75
M. Novak, Ch. Helpap, K. Beart, Th. Schmidt und B. Schuch, Hannover	
Ag-Sintern als alternative Verbindungstechnologie in der Automobilelektronik	78
St. Härter, Nürnberg, C. Läntzsch, Fürstenfeldbruck, und J. Franke, Nürnberg	
Gesicherte Verarbeitung von hochminiaturisierten Bauelementen der Baugröße 01005 in der Elektronikproduktion	84
 Zuverlässigkeit I	
M. Ochs, Regensburg, Ch. Früh, R. Ratchev, Schwieberdingen, und A. Schießl, Regensburg	
Leiterplatten- und Lötstellenzuverlässigkeit in Abhängigkeit des Leiterplatten-Basismaterials	92
J. Lutz, P. Steinhorst, T. Poller, B. Wielage, T. Lampke, S. Weis, D. Nickel, A. Yulinova und V. Fedorov, Chemnitz	
Mechanische Charakterisierung der Lötverbindungen von Leistungsmodulen als Basis für die Lebensdauerabschätzung mittels FEM	99
T. Herberholz, A. Fix, Schwieberdingen, und M. Nowotnick, Rostock	
Alterungsverhalten bleifreier Zinnbasislote im Temperaturbereich bis 200 °C – Weiterentwicklungen	104
H. Zecha, C. Früh, R. Ratchev, Schwieberdingen, und T. Zerna, Dresden	
Einfluss von Aramid als Verstärkungsgewebe in Leiterplatten auf Eigenschaften und Alterungsverhalten von elektronischen Systemen	114

Zuverlässigkeit II

F. Fella, K. Beart, Th. Schmidt und B. Schuch, Nürnberg

Einfluss der Parametervariation im Bondprozess auf die Zuverlässigkeit von Al-Dickdrahtbondverbindungen 120

M. Reichenberger, Nürnberg, S. Brown, Woking/GB, M. Holtzer und K. Tellefsen, South Plainfield/USA

Kompatibilität von Lotpasten und Flussmittelrückständen mit Schutzlacken (Conformal Coatings) 126

B. Reichling, A. Fix, R. Ratchev, Schwieberdingen, und J. Wilde, Freiburg

Untersuchung des Verhaltens bleifreier Lötverbindungen unter Vibrationsbelastung 134

A. Hutzler, A. Tokarski und A. Schletz, Nürnberg

Modellierung von Ermüdungsausfällen durch aktive Lastwechseltests 141

Analyse II

Th. Schreier-Alt, F. Ansorge, Oberpfaffenhofen, G. Chmiel, Dortmund, und K.-D. Lang, Berlin

Prozessoptimierung und Produktprüfung von QFN-Bauteilen mit dem iForce-Stressmesschip 148

Th. Mente, B. Bankel, R. Kohl und B. Schuch, Nürnberg

Anwendung moderner Analyseverfahren zur Sicherstellung der Prozess- und Produktqualität in der Entwicklung von Automobilelektronik 154

M. Steiert, R. Zeiser, M. Berndt, J. Wilde, T. Beckmann und M. Fratz, Freiburg

Verformungsmessung an elektronischen Bauteilen und Baugruppen mit Grauwertkorrelation und Holografie 159

J. Bornemann und Th. Ahrens, Lippstadt

Prüfung der Qualität von Einpressverbindungen 166

Analyse III

V. Pape, Hannover

3D-Inspektionstechnik, Traceability und automatische Prozesskontrolle im SMT-Prozess – notwendig oder nutzlos? 172

H. Wohlrabe, Dresden

Auswirkungen von Verwindungen und Verwölbungen während des Lötens auf die Qualität von Produkten der Leistungselektronik 179

O. Gropp, Weinheim

Technische Sauberkeit 186

A. Mahr, Lam	
Produktion Leistungselektronik, wie sauber muss es sein?	191

Analyse IV

M. Suppa, Kempen	
Anforderungen an Beschichtungen bei Hochvoltanwendungen in Kraftfahrzeugen	197
M. Broll, H. Walter, A. Kaltwasser, K. Schauer, O. Wittler und K.-D. Lang, Berlin	
Indentation zur Ermittlung elastisch-plastischer Werkstoffeigenschaften von metallischen Mikrostrukturen	202
R. Schmidt, M. Zwanzig und M. Schneider-Ramelow, Berlin	
Korrosion in ENIG-Schichtsystemen	210
G. L. Tsebo Simo, H. Shirangi, Stuttgart, M. Nowotnick, Rostock, R. Dudek, E. Kaufersch und S. Rzepka, Chemnitz	
FEM-Simulation der Zuverlässigkeit von Ball Grid Array-Bauteilen unter Fallbeanspruchungen	215

Entwicklungstendenzen I

W. Pohlmann und T. Hendrix, Lippstadt	
Miniaturisierung der Halbleiterlichtquellen – Chancen und Risiken	223
R. Peters, Rostock	
Mikrobearbeitung von glasfaserverstärkten, flexiblen und nanobeschichteten Leiterplatten mittels Ultrakurzpulslaser	228
W. K. Schomburg, J. Li, C. Gerhardy und J. Sackmann, Aachen	
Neues, preiswertes und umweltfreundliches Fertigungsverfahren für Leiterplatten vermittels Ultraschall	233
A. Schwersenz, St. Salinger, R. Erli, Niedernhall, und J. Ulm, Künzelsau	
Planare Antriebssysteme basierend auf Leiterplattentechnik	237

Entwicklungstendenzen II

F. Ansorge, Ch. Baar, D. Ifland und K.-D. Lang, Wessling	
Next Generation Substrate – Wie elektronische Systeme maskenlos gedruckt werden	241
P. Foerster, E. Simon, Berlin, F. Hänsch, Ettlingen, Ch. Kallmayer, M. Schneider-Ramelow und K.-D. Lang, Berlin	
Textile Leiterplatte – Large-area, wirtschaftlich und umweltschonend	245

R. Schwerz, M. Roellig, Dresden, M. Franke, Mittweida, G. Lautenschläger und K.-J. Wolter, Dresden Zuverlässigkeitspotential von eingebetteten passiven und aktiven Bauelementen für die sensorische Strukturüberwachung	254
--	-----

J. Haimerl, Zandt, und B. Kärcher, Esslingen MIKOA – Miniaturisierte energieautarke Komponenten mit verläSSLicher drahtloser Kommunikation für die Automatisierungstechnik	262
--	-----

Aufbau- und Verbindungstechnik III

G. Hemken, Ch. Walz, Bremen, J. Heyn, P. Blumenthal und K. Dröder, Braunschweig Einsatz von reaktiven Multischichten zum Fügen von Elektronikkomponenten	271
---	-----

J. Bräuer, J. Besser, Chemnitz, W. Schneider, Dresden, M. Wiemer und T. Gessnez, Chemnitz Fügen mit iRMS: Eine neue Raumtemperatur-Aufbau- und Verbindungstechnologie in der Informationstechnik	278
--	-----

St. Egerer, Regensburg, M. Eisenbarth, Nürnberg, und P. Jobst, Ingolstadt Herausforderungen bei der Verarbeitung von miniaturisierten Bauelementen unter Berücksichtigung von Automotive-Qualitätsanforderungen	282
---	-----

S. Wege, R. L. Diehm und V. Liedke, Kreuzwertheim Anlagenkonzepte zur Herstellung hochtemperaturfester Flachbaugruppen mittels Diffusionslötens und Sintern	286
---	-----

Zuverlässigkeit III

S. S. Mattern, L. Henneken, Schwieberdingen, und M. Nowotnick, Rostock Einfluss des Lötstopplackes auf die elektrochemische Migration und den Oberflächen- widerstand	291
---	-----

B. E. Abali, P. Lofink und W. H. Müller, Berlin Untersuchung der Variation der Materialkennwerte zur Lebensdauerabschätzung für Durchkontaktierungen in Leiterplatten	297
---	-----

J.-H. Klingel, Frielzheim Steigende Anforderungen des klimatischen Schutzes elektronischer Baugruppen durch Elektromobilität	304
--	-----

Th. Lauer, Ulm Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen aus dem ZVEI-AK Nacharbeit und Reparatur elektronischer Baugruppen	308
--	-----

Zuverlässigkeit IV

R. Metasch, M. Roellig, K.-J. Wolter und N. Meyendorf, Dresden

Zuverlässigkeitsbewertung von elektrischen und mechanischen Verbindungen mit dem iQPro-Demonstrator 316

K. Meier, G. Lautenschläger, M. Röllig, Dresden, A. Schießl, Regensburg, und K.-J. Wolter, Dresden

Lebensdauerbestimmung für Lotkontakte von SMD-Bauelementen unter Vibrations- und Temperaturbelastung 322

R. Dudek, M. Hildebrandt, W. Faust, Chemnitz, H. Trageser, R. Kohl und B. Schuch, Nürnberg

Analytische und numerische Beschleunigungsmodelle für Lötverbindungen und Verifizierung mit Feldtestergebnissen 329

H.-P. Klein, Bassersdorf/CH

Zuverlässigkeit von Leiterplatten für medizinische Anwendungen 337

Leiterplatten

M. Schmied, R. Fiehler und G. Georgiev, Gornsdorf

Kupferleitpasten – Eine alternative Durchkontaktierungstechnologie für flexible Schaltungsträger? 341

R. Fiehler, St. Schädlich, L. Lange und D. Werner, Gornsdorf

Aluminium vs. Kupfer – Chancen und Herausforderung zum Einsatz von Aluminium für eine neue Leiterplattentechnologie 347

A. Schreivogel, Rot am See

Moderne Spulentechnologien in der Leiterplattentechnik 354

C. Lehnberger, Berlin

Technologie-Dschungel bei Power-Leiterplatten 359

Autorenverzeichnis 363