

Elektronische Baugruppen und Leiterplatten EBL 2018

Multifunktionale Aufbau- und Verbindungstechnik – Beherrschung der Vielfalt

Vorträge der 9. DVS/GMM-Tagung
in Fellbach am 20. und 21. Februar 2018

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:

Flexible Leiterplatte (© Volker Mai, Fraunhofer IZM, Berlin)

DVS-Berichte Band 340

ISBN 978-3-96144-026-9

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 · 2018
Herstellung: Griebisch & Rochol Druck GmbH, Hamm

Vorwort

Die Verschmelzung mit dem Endprodukt verbunden mit steigendem Bedarf nach Multifunktionalität, extremer Miniaturisierung sowie Robustheit und Langlebigkeit lassen Komplexität und technologische Vielfalt beim Aufbau elektronischer Systeme (Smart Systems) stark ansteigen. Benötigt werden dafür Aufbau- und Integrationstechnologien, die Anforderungen hinsichtlich kleinster Baugrößen, geringer Verlustleistung, großer Frequenzbereiche, hoher Zuverlässigkeit bei niedrigen Fertigungskosten und auch hoher Effizienz bei kleinen bis mittleren Stückzahlen Rechnung tragen.

Neben der ständigen Weiterentwicklung etablierter Aufbau- und Verbindungstechniken (zum Beispiel Strukturbreitenreduzierung, Erhöhung der Funktionslagenanzahl, Kontaktstrukturen im unteren Mikrometerbereich) stehen immer mehr Strategien im Fokus, die den Aufbau aus dem Blickwinkel des Systems gestalten (beispielsweise System-in-Package). Aber auch das Wafer-Level-Packaging und das Panel-Level-Packaging sind hier zwei grundlegende, erfolgversprechende Systemintegrationstechnologien, die als Plattform zum Aufbau von komplexen, multifunktionalen Systemen sehr gut geeignet sind. Der aktuelle technologische Entwicklungsstand umfasst in diesem Zusammenhang hochwertige Kontaktierungstechniken (zum Beispiel Mikrobumps), angepasste Umverdrahtungen (beispielsweise für das Fan-out-Packaging) sowie Integrationsprozesse für aktive und passive Bauelemente (Embedding) in Dünnschichtstrukturen oder die Leiterplatte.

Weitere Schritte der Integration zielen intensiv auf die Nutzung dieser Verfahren zum Aufbau der Systeme in einer dreidimensionalen Art (3D-Integration). Auch ändert sich durch diese Trends die Methodik der Produktentwicklung. Die Vorgehensweise entsprechend der klassischen Wertschöpfungskette ist nicht mehr geeignet, wettbewerbsfähige Lösungen zu generieren. Anwenderindustrien wie die Kommunikations-, Medizin-, Sicherheits- oder Energietechnik müssen für zukünftige Schwerpunktthemen wie das Internet der Dinge oder Industrie 4.0 von Beginn an in die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Systemintegration einbezogen werden. Wegweisende Innovationen entstehen zukünftig nur noch durch intensives Zusammenwirken aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Partner aus Industrie und Wissenschaft.

Die grundsätzliche Frage, die sich daraus ergibt: *Ist diese funktionale und technologische Vielfalt noch strukturell, prozess-, standardisierungs- und zuverlässigkeitstechnisch zu beherrschen?*

Die Konferenz und Fachausstellung „Elektronische Baugruppen und Leiterplatten EBL“ in Fellbach, die sich als führende Präsentations- und Diskussionsplattform für Experten, aber auch Neueinsteiger auf dem Gebiet moderner Baugruppenttechnologien und zukünftiger Systemintegration etabliert hat, stellt sich in 2018 genau dieser Frage. Aktuelle Entwicklungsergebnisse und Praxiserfahrungen werden durch Vorträge aus Industrie und Wissenschaft präsentiert und umfassend mit den Kongressteilnehmern diskutiert. Aktuelle Geräte- und Prozessentwicklungen werden zudem parallel in der begleitenden Ausstellung demonstriert und erörtert, was zusätzlich den vertieften Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern während der zweitägigen Veranstaltung unterstützt.

Wir freuen uns auf eine diskussionsfreudige Tagung.

Johann Weber
Vorsitzender der Programmkommission

Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang
Wissenschaftlicher Tagungsleiter

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

EBL-Preis für Nachwuchsforscher

Verlustmechanismen optischer Wellenleiter in Dünnglasleiterplatten – Analyse der Silbernanopartikelbildung im Herstellungsprozess	1
J. Schwietering, Berlin	

Entwicklung von Polymer-basierenden optischen Wellenleitern in der Leiterplattentechnologie für High-Speed-Datenübertragung	7
S. Drasdo, Berlin	

Laserstrahl-Mikroschweißen von mikroelektronische Baugruppen unter Anwendung von örtlicher und zeitlicher Energiedeposition	12
J. H. Conzen, A. Haeusler, J. Stollenwerk, A. Gillner, R. Poprawe und P. Loosen, Aachen	

Entwicklung und Evaluierung eines Systems zur automatisierten Prüfung von im Plasmabeschichtungsprozess additiv gefertigten Leiterbahnstrukturen für elektronische Baugruppen	20
D. Hahn, T. Braun und J. Franke, Erlangen	

Alterungsphänomene beim Al-Drahtbonden mit semiautokatalytisch abgeschiedenem Gold auf chemischen Ni-Schichten	26
F. Fischer, R. Schmidt, M. Schneider-Ramelow, S. Schmitz, H. Ngo, Berlin, und N. Sitte, Schwäbisch Gmünd	

Modellbasierte Schwingungsuntersuchung geklebter Chipaufbauten hinsichtlich ihrer Eignung zum Ultraschall-Drahtbonden	33
J. Panepinto, T. Dobs, A. Grams, J. Höfer, K. D. Lang, Berlin, L. Helmich und M. Hunstig, Paderborn	

Neue Materialien und Aufbaukonzepte I

Begrenzung von Temperaturspitzen in elektronischen Baugruppen durch die selektive Beschichtung mit Phasenwechselmaterialien	40
J. Maxa, A. Novikov und M. Nowotnick, Rostock	

Thermische Leistungsfähigkeit von Lötstopplacken und anderen Beschichtungsstoffen – Wie hoch können wir gehen?	48
H. Leiner, Kempen	

Hochtemperatur-Leiterplattenmaterialien für die Leistungselektronik unter erhöhter Belastung	59
R. Ratchev, C. Mager, M. Guyenot, Berlin, A. Khoshamouz, T. Gottwald, Schramberg, und S. Kreuer, Düren	

Neue Materialien und Aufbaukonzepte II

Neue Materialien für kosteneffiziente Aufbauten mit Zinn-Oberflächen und erhöhter Zuverlässigkeit	66
S. Fritzsche und J. Strüben, Hanau	

Neues Verpackungskonzept für Schaltungsträger in unpolaren Medien 74
C. Jatzek, M. Guyenot, Renningen, V. Reuscher, Stuttgart, M. Weiss, Schwieberdingen, und T. Witzemann,
Reutlingen

Beeinflussung von Konturtreue, Ausbreitungs- und Benetzungsverhalten von Lotpasten
durch hochschmelzende Partikel 80
N. Kopp und C. Hallensleben, Ilsenburg

Zuverlässigkeit und Analytik I

Lotermüdung von SAC- und Innotot-Verbindungen unter Langzeit-Feldbeanspruchungen
und vergleichende Simulationen 84
R. Dudek, M. Hildebrandt, K. Kreyßig, S. Rzepka, Chemnitz, M. Novak, K. Beart, W. Grübl und B. Schuch,
Nürnberg

Einfluss von Poren auf die Zuverlässigkeit von Lötstellen am Beispiel einer LED-Baugruppe .. 95
C. Schwarzer, D. Fuchs, M. Kaloudis, Aschaffenburg, P. Xu, A. Krügelstein und J. Franke, Nürnberg

Zuverlässigkeit und Analytik II

Mechanisch verursachte Risse an Keramikcondensatoren – Analysemöglichkeiten und
Präventivmaßnahmen 106
J. Gruber, Stuttgart

Testchips für die Stressmessung beim Power-Cycling 113
M. Feißt, E. Möller und J. Wilde, Freiburg

Neuartiges Konzept eines In-situ-Prüfsystems für die thermisch mechanische
Zuverlässigkeitsbewertung von Verbindungsstellen der AVT 118
R. Metasch, M. Röllig, Dresden, U. Naumann, F. Wiesenhütter, Nossen, und R. Kaufmann,
Heilbad Heiligenstadt

Prozesssicherheit und Produktprüfung I

Wirtschaftlichkeit von Selektivlötprozessen 127
J. Friedrich, Wertheim

Verwindungen und Verwölbungen im Lötprozess – Messung, Auswirkungen und
Gegenmaßnahmen 132
H. Wohlrabe, K. Meier und O. Albrecht, Dresden

Verbesserung großflächiger Lotverbindungen mittels gerichteter Erstarrung 138
A. Hutzler, C. Oetzel, E. Friker, Wertheim

Prozesssicherheit und Produktprüfung II

Aspekte zur nasschemischen Oberflächenbehandlung bei der Bearbeitung quasi-planarer
Schaltungsträger und Komponenten 144
R. Schmidt, M. Haag, F. Fischer, M. Zwanzig, Berlin, und H. Moritz, Lohfelden

Messen und Messfehler in der Elektronikfertigung	152
M. Oppermann und T. Zerna, Dresden	

Systemkonzepte, Designtools und Simulation I

Strömungssimulation von Reinigungsmedien in dünnen Spalten unter Bauteilen	159
M. R. Meier, S. Kröll, K. Költzsch und H. Schweigart, Ingolstadt	

Effizienter Modellierungsansatz für die transiente, gekoppelte elektro-thermische Simulation am Beispiel einer D ² PAK-Anwendung	167
R. Schacht, Cottbus, und S. Rzepka, Chemnitz	

Vergleich der Simulation einer Durchkontaktierung mit dem Experiment unter thermischer Belastung	174
B. E. Abali, W. H. Müller, H. Walter, O. Wittler und M. Schneider-Ramelow, Berlin	

Systemkonzepte, Designtools und Simulation II

3D-Entwurfswerkzeug zur Planung und Integration miniaturisierter Funksensorik in beliebig geformten Bauräumen	180
B. Schröder, B. Stube und T. Mullins, Berlin	

Sicherstellung der Einhaltung von Kriechstrecken- und Luftstreckenabständen durch Analyse der Konstruktionsdaten mit Hilfe von 3D-Leiterplatten-CAD-Werkzeugen	185
T. Krebs und P. Mauer, Nürnberg	

Hochfrequenzentwurf, Messung und Analyse von Rotman-Linsen unter Berücksichtigung von Prozesstoleranzen	191
C. Tschoban, P. Perlwitz, C. Schenka, I. Ndip, H. Pötter und K. D. Lang, Berlin	

Hochfrequenzentwurf, Messung und Analyse von Mikrostreifen-Filterarchitekturen unter Berücksichtigung von Prozesstoleranzen	196
J. Reyes, C. Tschoban, B. Curran, I. Ndip, H. Pötter und K. D. Lang, Berlin	

Neue Materialien und Aufbaukonzepte III

Elektrochemische Abscheidung von Aluminium für die Leiterplatte	203
S. Hertel, D. Wünsch, M. Wiemer, T. Otto, Chemnitz, und S. Friedrich, Dresden	

Ultradünne Magnetfeldsensoren mit Silizium- und Polyimidinterposern	210
D. Ernst und Dresden T. Zerna, Dresden	

Herstellung und Bewertung von integrierten Heizstrukturen in Leiterplatten	216
D. Seehase, A. Novikov und M. Nowotnick, Rostock	

Miniaturisierte, hermetische verkapselte Sensorschaltungen	226
B. Neubauer, E. Bihler und M. Hauer, Bassersdorf/CH	

Aufbau- und Verbindungstechnik I

Erhöhung der Lötbarkeit beim Einsatz mikro- und niedrig Ag-legierter Lote in der Fertigung elektronischer Baugruppen	231
S. Schröder und H. Schimanski, Itzehoe	
Performancevergleich eines Diffusionslötprozesses auf Sn-Cu-Basis (HotPowCon) mit Weichlöten und Ag-Sintern	236
D. Feil, T. Herberholz, M. Guyenot, Stuttgart, und M. Nowotnick, Rostock	
Aspekte funktioneller Edelmetallbeschichtungen für den Elektronikbereich	243
B. Heitkamp und B. Endres, Ditzingen	

Aufbau- und Verbindungstechnik II

3D-Packaging-Technologien zur Herstellung intelligenter medizinischer Implantate	249
D. Wuensch, T. Schroeder, M. Baum, K. Hiller, R. Forke, M. Wiemer, Chemnitz, J. Weidenmueller, O. Dogan, M. Goertz, Duisburg, und T. Otto, Chemnitz	
Anforderungen an die Montage von UV- und VIS-LEDs zur Realisierung von multispektralen Strahlern	255
S. Nieland, D. Mitrenga, C. Möller, O. Brodersen, T. Ortlepp, Erfurt, M. Weizmann und P. Rotsch, Berlin	
Zuverlässigkeit von innovativen Flip-Chip-LED-Beleuchtungsmodulen	263
L. Goullon, M. Hutter, Berlin, E. Kraker, Leoben/AT, S. Hörth, Zitternberg/AT, F. Schrank, Jennersdorf/AT, und M. Schneider Ramelow, Berlin	
Leiterplattenembedding von Halbleiterbauelementen für die Leistungselektronik – vom Modul zum System	267
T. Huesgen, A. Sharma, J. Schnur, T. Kuwan, N. Haag, A. Stogel, F. Hadersbeck, Kempten, F. Hadersbeck, Jena, und M. Hohmann, Warngau	

Zuverlässigkeit und Analytik III

Konzept zur Erarbeitung beschleunigter Lebensdauerversuche durch Anwendung von Ausfallstatistiken auf elektronischen Baugruppen und Ihrer Verbindungstechnik	275
D. Dudek, Lippstadt	
Setup für Ermüdungsversuche an elektronischen Komponenten unter kombinierten Temperatur- und Vibrationslasten	286
K. Meier, R. Metasch, M. Röllig und K. Bock, Dresden	
Langzeitzuverlässige Füllstandsmessung durch ein Faserverbundintegriertes Elektroniksystem	294
R. Schwerz, M. Roellig, O. Weissenborn, S. Geller, N. Modler, Dresden, und S. Sauer, Hosena	
Zuverlässigkeitsbetrachtung verschiedener Aufbau- und Verbindungstechnologien	305
M. Novak, Nürnberg, M. Hiersig, Ingolstadt, W. Grübl und B. Schuch, Nürnberg	

Prozesssicherheit und Produktprüfung III

Die Berücksichtigung von "Big Data" aus der automatischen Baugruppeninspektion im Produktentstehungsprozess (PEP) verkürzt das "Time to Market"	311
M. Mügge, Hannover	

Einsatz von RFIDs in der Elektronikfertigung zur Steigerung der Prozess- und Produktsicherheit – von der Theorie zur Praxis	314
---	-----

H. Bell, Blaubeuren, D. Ernst, Dresden, N. Heilmann, München, C. Heller, München, M. Kasper, Mönchengladbach, G. Katzler, Memmingen, A. Kraus, Großostheim, T. Mückl, Zandt, A. Schmoldt, Hoofddorp/NL, G. Seeger, Aarbergen, und O. Wilmsmeier, Espelkamp

Nutzung AVT-bezogener Merkmale zur Absicherung elektronischer Bauteile gegen Fälschung	319
--	-----

R. Ayasli und J. Wilde, Freiburg

Schaltungsträger

More than flexible – Polyurethan als neue Lösung für flexible und dehnbare Elektronik	324
---	-----

A. Schreivogel und J. Kostelnik, Rot am See

Komplexe Schaltungsstrukturen auf Glas	321
--	-----

J. Schaefer, Halver

Prozesssicherheit und Produktprüfung IV

Technische Sauberkeit von Radarbaugruppen	339
---	-----

G. Elger, M. Biberger, M. Meier, H. Schweigart, K. Schneider und H. Erdogan, Ingolstadt

Elektrochemische Migration auf elektronischen Baugruppen durch kombinierte Lötprozesse	350
--	-----

H. Schimanski und J. Hage, Itzehoe

Verfahren zur Risikobewertung von Verunreinigungen	357
--	-----

H. Schweigart, Ingolstadt

Automobil-Elektronik in feuchter Umgebung – Nutzen von SIR-Tests basierend auf der IPC-9202	361
---	-----

L. Henneken, P. Eckold, R. Fritsch, Schwieberdingen, und G. Rusvai, Budapest/HU

Autorenverzeichnis	378
---------------------------------	-----