

Bericht des Regionalgruppentreffens in Berlin am 12.06.2018

Im Rahmen der FED-Rundreisen war die Firma Schleicher Electronic Berlin GmbH der Gastgeber für die 3. Veranstaltung der Regionalgruppe Berlin. Nach der Begrüßung der Teilnehmer durch den Regionalgruppenleiter Marco Schiller heißt Mirco Richardson die Anwesenden im Namen der Gastgeberfirma willkommen und stellt die Firma mit ihrem Produktscope vor.

1937, gegründet als Schleicher Relais-Werke ist die Firma heute ein mittelständisches Unternehmen, das CNC-Steuerungen für Kunden im Maschinen- und Anlagenbau entwickelt und produziert sowie Elektronikhardware und Software für Geräte der funktionalen Sicherheit herstellt. Bekannt wurde die Firma in ihrer 80jährigen Geschichte durch die Entwicklung von mechanischen Zeitrelais. Später wurden speicherprogrammierbare Steuerungen entwickelt und auf dem Markt eingeführt. Nach mehreren Wechseln der Firmenzugehörigkeit nannte sich 2014 das Unternehmen nach einer Neuaufstellung und Wechsel des Produktionsstandortes in Schleicher Electronic Berlin um. Es kooperiert mit Forschungseinrichtungen wie die Fraunhofer-Gesellschaft und die TU-Berlin, sowie auch mit der Firma Siemens. Als Folge wurde die Marke „Incubator Zoom Zone Labs (SIZZL)“ gegründet in der Startups bei der Entwicklung von ihren Produkten unterstützt werden. Hierbei können Wissen und Fähigkeiten aus den verschiedenen Bereichen wie F&E, Produktion und Logistik gesammelt und im Projekt angewandt werden.

Den Ausführungen folgte eine kurze Präsentation des FED durch Marco Schiller, in der die wichtigsten Daten und Highlights für das Jahr 2018, neue Dokumente und die Jahreskonferenz im September in Bamberg, genannt wurden. Gemäß der Einladung stand die Wahl eines Regionalgruppenleiters noch aus, die durch die Wiederwahl von Marco Schiller für die nächsten 4 Jahre abgeschlossen wurde.



Referent Friedrich Proes
Fraunhofer IAPT



Teilnehmer

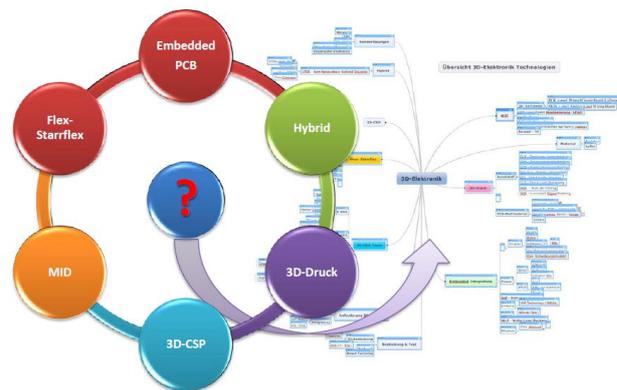


Referent Michael Mügge
Viscom AG

Im ersten Fachvortrag stellt Friedrich Proes, Fraunhofer-Gesellschaft IAPT, für die FED-Arbeitsgruppe 3D-Elektronik **Tendenzen in der Baugruppen-Technologie vor**. Für die Herausforderung in der Produktion von modernen und komplexen Baugruppen gelten hauptsächlich die Technologietreiber

- Mobilität – Bereich Automotiv und eMobilität,
- Digitalisierung – Industrie 4.0, Medizintechnik und Smart Home,
- Technologie – Robotik, Photonik, Sensorik,

die zu neuen Fertigungsmethoden und Technologien führen. Der Bedarf nach umweltfreundlichen und zuverlässigen Baugruppen bei gleichzeitiger funktioneller Komplexität war die Motivation des FED-Arbeitskreises bei seiner Gründung 2016 Lösungen und deren Machbarkeit dafür zusammenzutragen. Dazu gehören Datenformate, benötigte EDA-Tools und eine neue Fachbegriffssammlung. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Vielzahl der 3D-Technologien auf, die zu einer großen Anzahl zu Fertigungsverfahren führen. Einige Technologien werden im Vortrag näher betrachtet, um die heutigen technischen Fertigungsmöglichkeiten darzustellen.



Quelle: Vortragsfolien FED-AK 3D-Elektronik

Keramik LTTC-Technologie (Low Temperatur Cofired Cerramics). Hybridtechnik zusammen mit 3D-Druck finden Anwendung bei der Herstellung von Keramikmodulen für die HF- und Leistungselektronik. Durch die Erstellung von innenliegenden Kanälen und Kavitäten zur Aufnahme von Halbleiterbauteilen ist es möglich, Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten in das Modul zu integrieren. Die Verbindungen der Halbleiterbauteile werden durch Bondtechnik ermöglicht, die Wärmeabfuhr geschieht über Thermovias. Die Keramik gewährleistet eine hohe Temperaturbeständigkeit verbunden mit einem kleinen Ausdehnungskoeffizienten und schützt auch gegen einen mechanischen Stress. Durch die zusätzliche Anwendung von Starr-Flex-Leiterplatten kann durch ein Sinterverfahren für die Verbindungstechnologie auf Bondverbindungen verzichtet werden. Durch kurze Leitungsverbindungen verringern sich die Streuinduktivitäten und gewährleisten eine Anwendung für hohe Schaltfrequenzen.

3D-CSP (Chip Scale Package). Diese Technologie ermöglicht eine dichte komplexe Integration von Chipbauteilen (ungehäuste Halbleiterbauteile, Dies) in Modulen. Zum Unterschied zu den Multi-Chip-Modulen kann durch die Aufbau-Technologie auch die vertikale Verbindung untereinander realisiert werden. Dafür werden Polymerschichten aufgebracht und in metallisierten Kavitäten die Bauteile direkt an die Leiterbahnen angeschlossen. Durch die hohe Integrationsdichte verbunden mit kurzen Leitungen können mit den Modulen High-Speed-Anwendungen realisiert werden.

3D-Druck. Das erst in den letzten 5-6 Jahren bekanntgewordene generative Verfahren ist hauptsächlich in der Kunststoffverarbeitung zu finden. Hierbei stehen eine Vielzahl von Fertigungsverfahren zur Verfügung (Selektives Lasersintern SLS, Strangablege-Verfahren FMD, Stereolithografie STL und mehr). Neue Verfahren ermöglichen jetzt auch den Auftrag von Leiterbahnen und die Integration von elektrischen Bauteilen. Alle Verfahren basieren auf den Aufbau von Schichten die miteinander verschweißt werden. Damit ist die Möglichkeit gegeben komplette Module (Leiterplatte, Gehäuse und Bauteile) in einem Fertigungsgang zu erstellen. Der Vorteil des Verfahrens besteht zum Teil in der Übernahme der Daten aus dem CAD-System. Es ist für Muster und Kleinserien geeignet, kann schnell und unkompliziert an das Produkt angepasst werden und der Materialverbrauch wird erheblich vermindert. Für Großserien ist es jedoch derzeit nicht wirtschaftlich. Spezielle Drucker sind heute in der Lage Leiterplatten herzustellen.

Flexible- und starrflexible Leiterplatten. Als Ersatz für aufwendige Kabelbäume ist dieses Verfahren bereits seit vielen Jahren im Einsatz. Die Lagenaufbauten der flexiblen bzw. starrflexiblen Leiterplatten sind je nach Anwendung unterschiedlich und können den jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden. Sie stellen eine kostengünstige Alternative bei der Nutzung von kleinem und kompliziertem Bauraum dar.

Embedded Components. Die Vorteile des Verfahrens liegen in der Verkleinerung des Volumens der Erhöhung der Robustheit und der Verbesserung der thermischen und elektrischen Eigenschaften. Die Verbindungen der Bauteile in den Kavitäten können durch Löttechnik, direkten Mikrovia-Anschluss oder auch durch Flip-Chip-Technik hergestellt werden. Anwendung findet diese Technologie im großen Maße in der Medizintechnik bei Implantaten und Endoskopen.

MID – Moulded Integrated Device. Bei dieser Technologie wird die Leiterplattenstruktur direkt auf das gespritzte Kunststoffgehäuse aufgebracht. Es findet bereits seit einigen Jahren Anwendung in der

Automobilindustrie. Es wird damit eine Verkleinerung der Baugruppe und damit eine Gewichtsreduzierung erzielt und gleichzeitig auch das Recycling erheblich vereinfacht. Die drei gebräuchlichsten Verfahren sind das LDS (Laser-Direkt-Strukturierung), das 2K-Verfahren (2-Komponenten Spritzguss) und das Heißpräge-Verfahren. Die Fertigungsschritte des LDS-Verfahrens zeigt die nachfolgende Folie

3D-Elektronik Technologien MID – Moulded Integrated Device



3D-MID Fertigungsschritte beim LDS-Verfahren (LPKF)



Source: Beta LAYOUT

Quelle: Vortragsfolien FED-AK 3D-Elektronik

Die für die einzelnen Technologien notwendigen und unterschiedlichen CAD-Tools werden zum Abschluss des Vortrages vorgestellt und können aus den Vortragsfolien ersehen werden.

Michel Mügge, Viscom AG, referiert im zweiten Fachvortrag des Tages über **Röntgentest, eine zerstörungsfreie Analysemethode**. Die Firma Viscom AG bietet für die Inspektion von elektronischen Baugruppen umfassende Lösungen (für Bauteile und Lötstellen, für Lotpasten; für das Drahtbonden, für den Schutzlack und für die Röntgeninspektion) an.

Zum Einstieg definiert der Referent den Begriff Röntgen. Bei dem nach dem Physiker Röntgen benanntes Verfahren wird ein Körper von Röntgenstrahlen durchdrungen und stellt als Resultat ein Schattenbild der absorbierten Strahlen dar. Es wird also verdecktes sichtbar gemacht. Röntgen gab bei seinen Untersuchungen diesen Strahlen den Namen X-Strahlen, der sich danach bis heute etabliert hat. Für die Erzeugung der Röntgenstrahlen in den Inspektionsanlagen werden geschlossene und offene Transmissionsröhren verwendet. Geschlossene Röhren müssen bei einem Verbrauch des

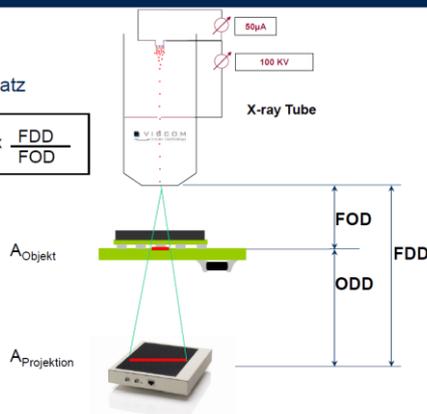
Transmissionstarget bzw. bei einem Defekt ausgetauscht, offene Röhren können dagegen gewartet bzw. repariert werden.



Regionalgruppenrundreise 2018 – 3. Etappe
12.08.2018 FED-RG Berlin bei Schlicher Electronic in Berlin
13.08.2018 FED-RG Hamburg bei Basler in Ahrensburg
14.08.2018 FED-RG Hannover bei Miele in Gütersloh

Die Vergrößerung ergibt sich aus dem Strahlensatz

$$A_{\text{Projektion}} = A_{\text{Objekt}} \times \frac{FDD}{FOD}$$



Durch die angelegte Hochspannung werden in der Kathode (Gitter und Filament) Elektronen freigesetzt die zur Anode fließen und mittels Zentrierspulen auf ein Transmissionstarget treffen. Dort werden dann Protonen, die nutzbare Röntgenstrahlung über eine möglichst kleine Öffnung abgestrahlt. Da sich die energiereiche Röntgenstrahlung nicht über Linsen Bündeln lässt, muss die Austrittsöffnung an der Röhre möglichst klein sein, Mikrofokus oder sogar Nanofokus. Bei einer zu großen Abstrahlöffnung bildet sich ein Hof und das

Quelle: Vortragsfolien Michael Mügge , Viscom AG

Bild wird unscharf. Die Schärfe des Abbildes wird durch den Durchmesser des Fokuspunktes und dem Abstand zwischen Fokuspunkt, Objekt und Röntgendetektor bestimmt. Die Berechnung erfolgt, wie aus der vorstehenden Abbildung zu ersehen, über den Strahlensatz.

Wichtig beim Betrieb von Röntgenanlagen ist die Erlangung einer Genehmigung zum Betrieb der Röntgenanlage. In dieser wird eine mehrtägige Schulung für die Ausbildung eines Mitarbeiters zum Strahlenschutzbeauftragten vorgeschrieben. Dieser muss der zuständigen Gewerbeaufsichtsbehörde, zweckmäßigerweise bereits vor der Installation der Anlage, benannt werden. Ebenso ist eine Prüfung der Anlage vor der Inbetriebnahme durchzuführen.

War in den lange vergangenen Jahren durch die Verwendung von großen Bauteilen und großflächigen Aufbauten eine Röntgeninspektion nicht notwendig, so steht heute die Herausforderung an, komplexe Baugruppen mit sehr kleinen SMD- und THT-Bauteilen sowie BTC-Bauteile mit vielen Lötstellen zu überprüfen.

Zusätzlich sind die Qualitätsanforderungen stetig gestiegen und eine umfangreiche Dokumentation für die Nachverfolgbarkeit des Produktes wird vorgeschrieben. An dieser Stelle ist hinzuzufügen, dass eine 100%ige Fehlerabdeckung durch eine Röntgeninspektion nicht gegeben ist. Nach wie vor sind AOI-Anlagen als sinnvolle Ergänzung dafür notwendig. Diese Anlagen haben den Vorteil, dass durch unterschiedliche Beleuchtungsarten und Sichtwinkel eindeutige Ergebnisse erzielt werden können. Versteckte Lötstellen, Voids und Lötungen in den Durchkontaktierungen für THT-Bauteile und das Überprüfen von verdeckten Anschlüsse von BTC-Bauteilen erfordern jedoch eine Röntgenanalyse.

Bei der Röntgeninspektion wird zwischen 2D-, 2,5D- und 3D-Verfahren unterschieden. Beim 2D-Röntgen werden die zu prüfenden Lötstellen von oben senkrecht bestrahlt. Die Auswertung des Abbildes kann durch abschottendes Strahlen-absorbierendes Material problematisch sein. Betrachtung der abgeschatteten Fehlerstelle durch Verschiebung der Strahlenquelle (2,5D-Verfahren) kann dann zu einer qualifizierten Bewertung führen. Grundlage für das 3D-Verfahren ist die Tomosynthese. Diese ist ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung von Schichten des jeweiligen Objektes. Das Objekt wird dazu in Scheiben aufgeteilt und die Anordnung mehrmals von der Blickrichtung parallel zur Leiterplatte gekippt und die entstehenden Bilder rechnerisch übereinander gelegt. Es ergibt sich ein Bild, welches nicht dem Original der Lötstelle entspricht, sondern es entstehen abstrakte Lötstellenbilder mit Artefakten. Für die automatische Prüfung von Bauteilen wird dieses zwischen den Röntgenstrahlen und einem Röntgen-Bildverstärker gebracht. Auf dem Bildverstärker ist ein Schatten des absorbierenden Materiales zu sehen, wobei die Höhe nicht zu erkennen ist, es kann sich irgendwo zwischen der Strahlenquelle und dem Bildverstärker befinden. Für eine Eindeutigkeit des zu untersuchenden Objektes werden Röntgenbilder aus unterschiedlichen Beleuchtungsrichtungen aufgenommen und rechnerisch zusammengefügt. Je mehr Bilder zur Verfügung stehen, umso genauer wird die Abbildung des Objektes, das jedoch mit Artefakten versehen ist. Jedes Objekt setzt sich aus einzelnen Voxeln, Volumenpixel, zusammen, und die

Tomosynthese macht es möglich einzelne Schichten zu betrachten. Die automatische Lötstelleninspektion der Viscom-Anlagen sucht sich die mittlere Schicht der Lötstelle und bewertet den Durchmesser und den Voidanteil.

Eine Gegenüberstellung der Inspektionsverfahren mit sichtbarem Licht und mit Röntgenstrahlung zeigt die Vor- und Nachteile für die jeweilige Anwendung auf. Beide Technologien haben ihre Stärken und sollten immer im Verbund zu Erzielung einer hohen



Regionalgruppenrundreise 2018 – 3. Etappe
 12.06.2018 FED-RG Berlin bei Schleicher Electronic in Berlin
 13.06.2018 FED-RG Hamburg bei Basler in Ahrensburg
 14.06.2018 FED-RG Hannover bei Miele in Gütersloh



Gegenüberstellung: sichtbares Licht - Röntgenstrahlung

	Sichtbares Licht	Röntgen "Licht"
Anzahl gleichzeitig nutzbarer „Beleuchtungen“	viele	eine
Variationsgeschwindigkeit der „Beleuchtung“	schneller	langsamer
Bilddaufnahme-Geschwindigkeit	schneller	langsamer
Wellenlängenspektrum (Bandbreite der Information)	breitbandig	schmalbandig
Informationsträger	Lichtreflexionen in verschiedene Richtungen	Schattenwurf in eine Richtung
Entfernung Quelle-Objekt-Sensor (Maschinenhöhe)	geringer	größer
Verfahrberreich zur vollen Prüfdeckung (Maschinen Grundfläche)	kleiner	größer
Resultierende Inspektionsleistung	größer	kleiner

20.06.2018

Röntgen

73

Quelle: Vortragsfolien Michael Mügge, Viscom AG

Prüfabdeckung verwendet werden.

Beispiele von Röntgenaufnahmen und Rekonstruktionen mit Hilfe einer CT wurden an Hand von Folien zum Abschluss zur Veranschaulichung gezeigt. Auf die unterschiedlichen Bedienmöglichkeiten im automatischen Betrieb und unter manuellem Betrieb wurde hingewiesen.



Pausengespräche



Die interessierten Zuhörer

Quellen:Vortragsfolien: [Tendenzen in der Baugruppen-Technologie](#) ; [FED-Arbeitskreis 3D-Elektronik Röntgentest, eine zerstörungsfreie Analyseverfahren](#); [Michael Mügge Viscom AG](#)

Die Vortragsfolien können mit Genehmigung der Firmen auf der FED-Website eingesehen werden

Klaus Dingler
Stellvertretender Regionalgruppenleiter