

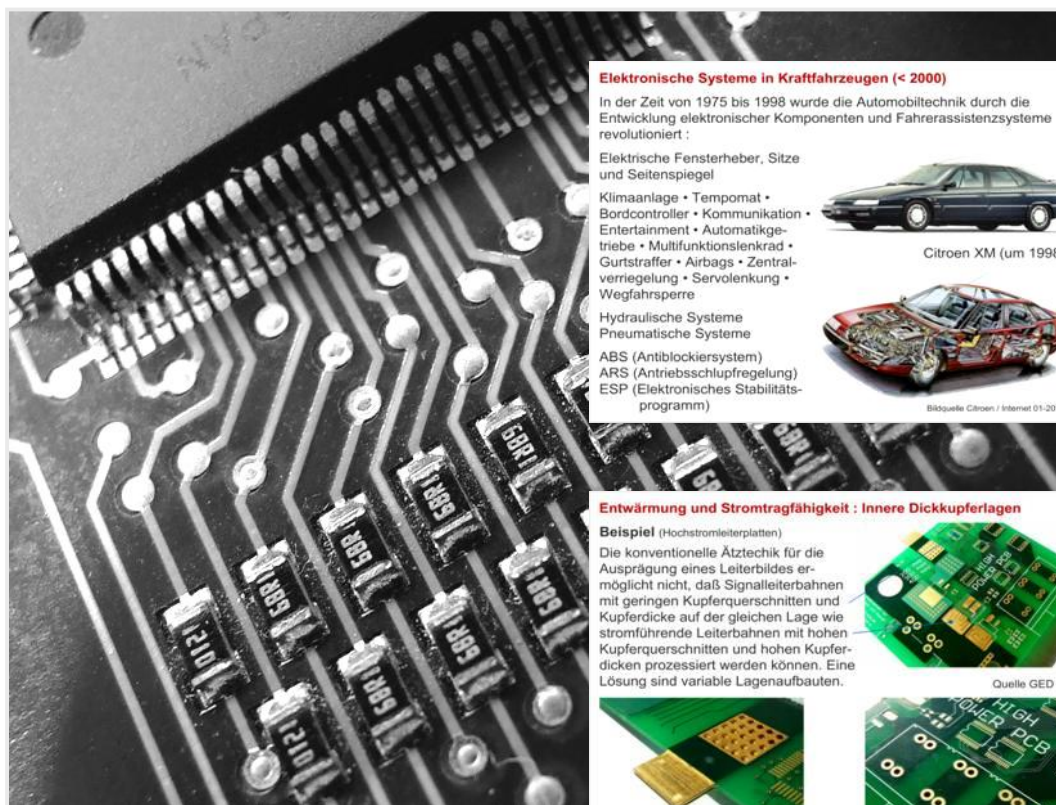


Arnold Wiemers

2-Tages-Seminar

Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität

Eine Einführung in die Anforderungen an das CAD-Design, die Leiterplattentechnologie und die Baugruppenproduktion für die Konstruktion elektronischer Produkte zur Automatisierung von (Kraft-) Fahrzeugen



Elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen (< 2000)

In der Zeit von 1975 bis 1998 wurde die Automobiltechnik durch die Entwicklung elektronischer Komponenten und Fahrerassistenzsysteme revolutioniert :

- Elektrische Fensterheber, Sitze und Seitenspiegel
- Klimaanlage • Tempomat • Bordcontroller • Kommunikation • Entertainment • Automatikgetriebe • Multifunktionslenkrad • Gurtstraffer • Airbags • Zentralverriegelung • Servolenkung • Wegfahrsperre
- Hydraulische Systeme
- Pneumatische Systeme
- ABS (Antiblockiersystem)
- ARS (Antriebsschlupfregelung)
- ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm)

Beispiel (Hochstromleiterplatten)

Die konventionelle Ätztechnik für die Ausprägung eines Leiterbildes ermöglicht nicht, daß Signalleiterbahnen mit geringen Kupferquerschnitten und Kupferdicke auf der gleichen Lage wie stromführende Leiterbahnen mit hohen Kupferquerschnitten und hohen Kupferdicken prozessiert werden können. Eine Lösung sind variable Lagenaufbauten.

Entwurf und Stromtragfähigkeit : Innere Dickkupferlagen

Quelle GED 3x

Bildquelle Citroen / Internet 01-2018

Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität

Wer wird mit dem Seminar "Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität" angesprochen

Die Integration elektrischer Funktionen und Geräte in Kraftfahrzeuge ist die Voraussetzung für die heutigen Visionen einer nachhaltigen Elektromobilität.

Eine Hauptaufgabe ist die Vernetzung der Teilkomponenten innerhalb des Fahrzeuges über Bussysteme wie dem CAN-Bus oder über Funk. Die EMobilität konzentriert sich jedoch nicht nur auf Kraftfahrzeuge.

Der Austausch von Informationen zwischen elektronischen Baugruppen und die Interpretation durch MCU- oder CPU-gesteuerte Controllerboards soll es Fahrzeugen aller Art, Robotern und Maschinen ermöglichen, autonom zu handeln.

Der kommunikative Aufwand eines Fahrzeuges mit seiner dreidimensionalen Umwelt ist jedoch ausgesprochen komplex. Audio-, Video- und Radarinformationen müssen erkannt und bewertet werden, damit die angemessene Reaktion eines Fahrzeuges ausgelöst werden kann.

Die Möglichkeiten der Leiterplattentechnologie bestimmen die Freiräume bei der Konstruktion von CAD-Layouts und die langfristige, zuverlässige Funktion von Baugruppen für die KFZ- und EMobilität.

Die Leiterplattentechnologie steht im Zentrum, ist aber verknüpft mit der Konstruktion des CAD-Layouts und der Produktion von Baugruppen.

Das Seminar "**Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität**" erläutert anschaulich die Leiterplattentechnologie und ihren bestimmenden Einfluß auf die Konzeptionierung einer Baugruppe.

Die **Konstrukteure** elektronischer Schaltungen und die **CAD-Designer und CAD-Designerinnen** lernen die Zusammenhänge zwischen der virtuellen CAD-Konstruktion und der Auswirkung auf die reale Produktion und Funktion von elektronischen Geräten kennen.

Das Seminar fördert damit auch das partnerschaftliche Miteinander auf der Linie "CAD - CAM - Leiterplatte - Baugruppe".

Die Themen ist ebenso interessant für alle **Entscheidungsträger im Bereich Design und Leiterplatte**, deren Aufgabe es ist, das Produkt "Baugruppe" führend und beratend zu begleiten.

Elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen (< 2000)

In der Zeit von 1975 bis 1998 wurde die Automobiltechnik durch die Entwicklung elektronischer Komponenten und Fahrerassistenzsysteme revolutioniert :

Elektrische Fensterheber, Sitze und Seitenspiegel

Klimaanlage • Tempomat • Bordcontroller • Kommunikation • Entertainment • Automatikgetriebe • Multifunktionslenkrad • Gurtstraffer • Airbags • Zentralverriegelung • Servolenkung • Wegfahrsperre

Hydraulische Systeme
Pneumatische Systeme

ABS (Antiblockiersystem)
ARS (Antriebschlupfregelung)
ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm)



Citroën XM (um 1998)



Bildquelle Citroën / Internet 01-2018

Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität 10

Elektronische Systeme in Kfz

Exemplarische Beispiele für die historische Entwicklung bis zum aktuellen Stand von Steuerungs- und Fahrerassistenzsystemen. Vorausschau auf kommende automobile und nichtautomobile Konzepte. Offene und verdeckte Anforderungen an das autonome Fahren.

Elektronik für Kfz- und eMobilität

Begriff (AFS) AFS = Advanced Frontlighting System
~ "Zukunftsweisendes Frontbeleuchtungssystem"

Hinweis (AFS)

AFS beschreibt eine hohe Dynamisierung der Frontbeleuchtung eines Kraftfahrzeuges. Dazu gehören die situationsabhängige Kurvenausleuchtung, die Fahrandbeleuchtung beim Abbiegen und die geschwindigkeitsabhängige Fahrbahnausleuchtung.

Das setzt das komplexe Zusammenspiel von Sensorik, Controllern und Stellmotoren voraus.

Bild- und Textquelle: Magneti Marelli Internet 2018. Bildmontage Wi



Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität 16

Kfz- und eMobilität

Fahrerassistenzsysteme als Standard für die automotiv Ausrüstung von Kraftfahrzeugen.

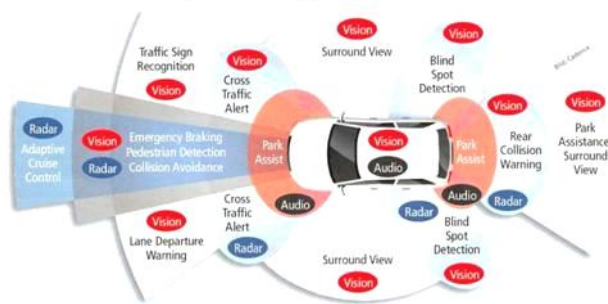
Beleuchtungskonzepte auf der Basis flexibler und starrflexibler Leiterplatten.

Sensorische Erfordernisse an die Erfassung und Interpretation von Daten.

Kommunikationssysteme

Der kommunikative Aufwand eines Fahrzeuges mit seiner dreidimensionalen Umwelt ist ausgesprochen komplex.

Sowohl Audio- als auch Videodaten sowie hochfrequente Radarinformationen müssen erkannt und bewertet werden, damit eine angemessene Reaktion des Fahrzeuges zuverlässig ausgelöst werden kann.



Bildquelle: Elektronikpraxis Nr 4'2017

Leiterplatten 31 ...Kfz- und eMobilität 18

Kfz-Kommunikation

Ein Einblick in die Komplexität von großvolumiger Datenerfassung und Datenverarbeitung.

Hintergründe zu den Anforderungen an den Datenaustausch zwischen Fahrzeugen der Elektromobilität. Navigationssysteme als Rückgrat für autonome Systeme.

Landmaschinen : Traktoren

Die Integration elektronischer Baugruppen in der Landwirtschaft ist sehr weit fortgeschritten. Automatikgetriebe, Motorsteuerung, MCUs, Displays, GPS, Internet-On-Board, klimatisierte Fahrer-kabinen, die Steuerung von landwirt-schaftlichen Zusatzmaschinen, die situationsabhängige Regelung des Allradantriebs und autonomes Fahren (...auf landwirtschaft-lichen Flächen) sind Stand der technischen Ausrüstung. Sensoren messen die Qua-lität des Erntegutes und den Ernteertrag pro m². Diese Daten werden gespeichert (...Big Data, Cloud) und zur Zeit der Aussaat für die Saatlücke und die Zusammensetzung und das Volumen der Düngesubstrate wieder abgerufen und zur Entscheidung herangezogen. Ohne das perfekte Zusammenspiel elektronischer Baugruppen und ohne spezielle Software sind diese Leistungen nicht zu erreichen.



Bildquelle: John Deere / Internet 1'2018

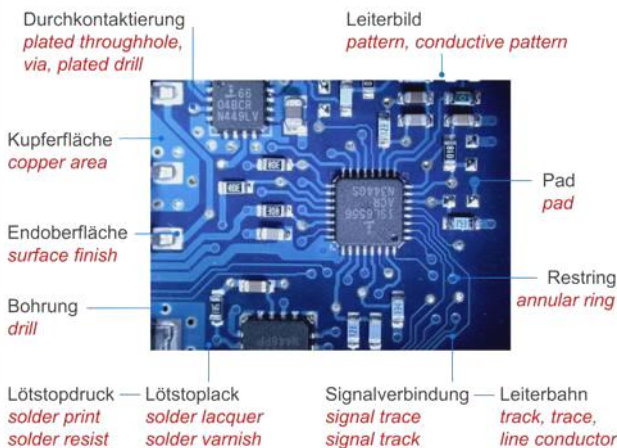
Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

24

Nichtautomobile Fahrzeuge

Informationen zur Einbindung von Fahrzeugen aus nichtautomobilen Bereichen (Landwirtschaft, huma-noide Roboter, sozialdefinierte Mobilitätskonzepte). Einflüsse auf die Logistik und Leistungsfähigkeit autonom fahrender Kfz. Sensorische Einbindung.

Fachbegriffe : Leiterbilder und Leiterplatten



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

42

Fachbegriffe

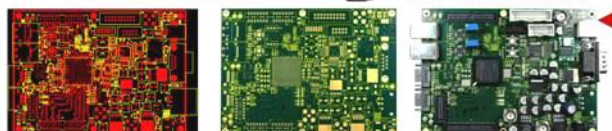
Eine Übersicht zu den wichtigsten deutsch- und englischsprachigen Fachbegriffen aus den Fachbereich-en der Leiterplatten- und Baugrup-pentechnik. Voraussetzungen für die textliche Dokumentation international ein-heitlicher Spezifikationen und Bestellanforderungen.

Vom CAD-Layout zur Baugruppe

3. Die Fertigung der Baugruppe



Die Baugruppe sorgt da-für, daß die Bauteile durch geeignete Mon-tagestrategien stabil montiert werden kön-nen. Aus den im CAD-Layout virtuell geplanten Funktionen wird der real einsetzbare Teil eines komplexeren Gerätes oder einer Maschine.



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

56

Vom Layout zur Baugruppe

Erläuterungen zu den Abhängig-keiten zwischen den Disziplinen CAD, Leiterplatte und Baugruppe. Anforderungen dieser Disziplinen untereinander hinsichtlich der Ein-haltung von Konstruktionsregeln, Fertigungstoleranzen und Produk-tionsvorgaben

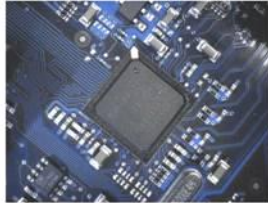
CAD-Bibliothek

Die CAD-Bibliothek hat einen direkten Einfluß auf alle Bereiche der Entwicklung und der Produktion. Sie ist *die* zentrale Basis eines jeden Leiterplattendesigns. Die Qualität eines Designs hängt von der Qualität der Bibliothek ab. Die Bibliothekselemente müssen deshalb sorgfältig erstellt und gepflegt werden.

Ein Fehler in der CAD-Bibliothek führt IMMER zu erhöhtem Aufwand und zu höheren Kosten. Im ungünstigen Fall entstehen defekte Produkte und Ausschuß.

Von der Bibliothek sind abhängig :

- ...die Schaltplanentwicklung
- ...die Leiterplattenproduktion
- ...die Baugruppenproduktion
- ...der Material-Einkauf
- ...der Produkttest
- ...die Produktlogistik
- ...die physikalische Funktion
- ...die Geräte-/Anlagenfunktion



Quelle : J.Vincenz

Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 59

CAD-Bibliothek 1

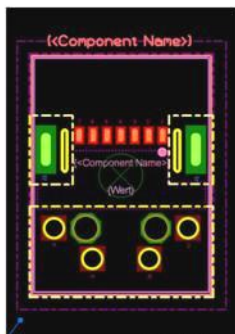
Auswirkungen der Vorgaben aus der CAD-Bibliothek auf die Qualität von Leiterplatten und Baugruppen. Relationen zwischen den Bibliotheksdefinitionen und den technologisch bedingten Toleranzen aus der Leiterplatten- und Baugruppenproduktion.

Footprint 1 : Parts

In der CAD-Bibliothek sind die Komponenten als "Parts" (~ Bauteile) definiert. Für das Löten und die mechanische Montage eines Bauteils wird in der Bibliothek ein Footprint erzeugt. Außer dem Padbild gehören zu einem Footprint weitere Attribute wie der mechanischen Platzbedarf, die Bauteilreferenz (Name im Schaltplan), der Bauteilwert (eindeutige Spezifizierung), die Artikelnummer, der Bauteilhersteller sowie diverse firmenspezifische Vorgaben.

Zur Beschreibung des Bauteils gehören außerdem graphische Elemente wie der Bestückungsdruck, das Symbol im Bestückungsplan, die Kennzeichnung der Polarität und der notwendige Platzbedarf für die virtuelle Platzierung des Bauteiles auf der Leiterplatte.

Visualisierung der graphischen Informationen eines Bauteils in der CAD-Bibliothek



Quelle : J.Vincenz

Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 81

CAD-Bibliothek 2

THD und SMD-Komponenten. Gehäuseformen und Abmaße für elektronische und mechanische Bauteile. Standardisierte Grundflächen und Platzbedarf für das Routing. Definitionen in der CAD-Bibliothek.

SMD-Bauformen : Dioden und Kondensatoren

Kondensator (gepolt)

Aluminium-Elektrolytkondensator im Metallgehäuse für die Oberflächenmontage.

Unterseite mit Lötanschlüssen
Aufsicht mit Angabe des Bauteilwertes
Seitenansicht auf den Gehäusekörper



Diode

Diode der Bauform *minimelf* in einem runden Glasgehäuse.

Glaskörper
Lötanschluß
Kennung der Anodenseite



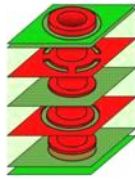
Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 71

Bauformen

Informationen zur Vielfältigkeit von Bauformen und den Herausforderungen an die Bibliotheksvorgaben des CAD-Systems und die Aufbau- und Verbindungstechnik (~ AVT) bei der Produktion der Baugruppen. Der elementare Einfluß der Lötflächengeometrien auf die Zuverlässigkeit der Bestückung.

Padstacks von THT-Bohrungen in Multilayern

THT-Bohrungen fixieren bedrahtete Bauteile auf der Leiterplatte. Für die Leiterplattenproduktion sind die Toleranzen mehr als ausreichend. Die üblichen Enddurchmesser für THT-Bohrungen liegen zwischen 0.8 und 1.8mm. Die Standardgeometrie (std) ist typisch. Der minimale Wert (min) ist möglich.



Endmaß	Ø	800µm	1000µm	1200µm	1400µm	1800µm
Bohren	Ø	900µm	1100µm	1300µm	1500µm	1900µm
LS-Maske	Ø (std)	1700µm	1800µm	2100µm	2300µm	2700µm
THT-Pad	Ø (std)	1600µm	1800µm	2000µm	2200µm	2600µm
Isolation	Ø (std)	1600µm	1800µm	2000µm	2200µm	2600µm
Wärmefalle	Ø (std)	1600µm	1800µm	2000µm	2200µm	2600µm
LS-Maske	Ø (min)	1500µm	1700µm	1900µm	2100µm	2500µm
THT-Pad	Ø (min)	1400µm	1600µm	1800µm	2000µm	2400µm
Isolation	Ø (min)	1400µm	1600µm	1800µm	2000µm	2400µm
Wärmefalle	Ø (min)	1400µm	1600µm	1800µm	2000µm	2400µm

Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 96

Padstacks

Basisdefinitionen für elementare geometrische Strukturen in der Bibliothek des CAD-Systems als Grundlage für die virtuelle Anlage von Bauteilen.

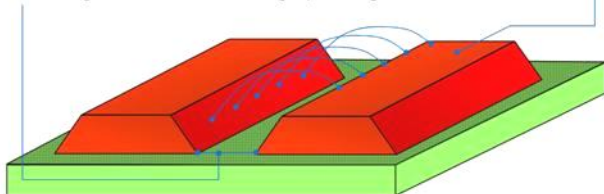
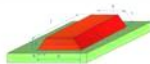
Referenzen zwischen der Bibliothek und der Leiterplatten- und Baugruppenproduktion.

Eigenschaften von Leiterbildstrukturen 4

Flankenwinkel

Der Winkel der Leiterbahnflanken definiert die gegenüberliegenden Flächen und damit die kapazitiven Eigenschaften von differentiellen Impedanzen.

Der Abstand der Basis benachbarter Leiterbahnen ist bestimmend für den elektrischen Sicherheitsabstand auf der Baugruppe und ist damit ein wichtiger Routing-Parameter, insbesondere bei Ex-geschützten Geräten. Vom Abstand hängt das Übersprechen zwischen Signalleitungen ab, i.e. die Signalintegrität. Weiterhin müssen die Kriechstromfestigkeit und die Überschlussspannung beachtet werden.



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 114

Leiterbildstrukturen

Eigenschaften von Leiterbildern für die funktionale Integrität elektronischer Baugruppen. Stabilität, Entwärmung und physikalische Qualität als berechenbare Geometrien für die vorhersagbare Konstruktion von CAD-Layouts für zuverlässige Baugruppen.

Montage von SMDs

Löten auf Flexmaterial

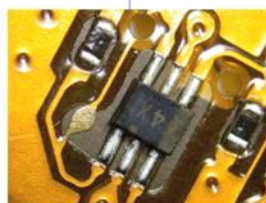
Die Verbindung zwischen flexiblen Leiterplatten und SMDs erfolgt in einem konventionellen Reflowprozeß.

Das Flexmaterial muß mechanisch stabil sein und darf später keine Biegebeanspruchung erfahren.

SMD-Kondensator auf einer Flexleiterplatte



Bottom



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 148

Bauteilmontage

Montagestrategien für bedrahtete (~ THT), oberflächenmontierte (~ SMT), gebondete und eingepreßte Komponenten im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik (~ AVT).

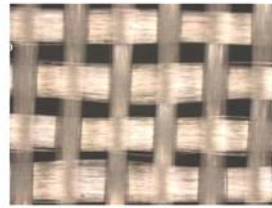
Vorgaben für das Löten auf starren und starrflexiblen Materialien.

Glasgewebe : Beispiel 2

Hinweis (FR4-Glasgewebevarianten)

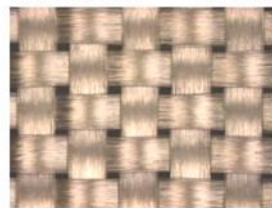
Nicht jeder Basismaterialhersteller nutzt die gleichen Glasgewebe für die Konstruktion seiner Basislamine.

Gewebetyp	1080
Gewebedicke	64µm
Kettfäden	60 / in 2.36 / mm
Schußfäden	47 / in 1.85 / mm



Vergrößerung ca. 50-fach Quelle : ISOLA

Gewebetyp	2116
Gewebedicke	97µm
Kettfäden	60 / in 2.36 / mm
Schußfäden	58 / in 2.28 / mm



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

175

Basismaterial 1

Der innere Aufbau von Basismaterialien für die Produktion von Leiterplatten. Prozeßfähige Materialien für den Aufbau von starren, flexiblen und starrflexiblen Leiterplatten bis hin zu hochlagigen Multilayern. Eigenschaften von Füllstoffen und Harzen sowie Trägergeweben.

Technische Eigenschaften von FR4-Material

Parameter	Material	NanYa	NP-155FR
Flammklasse		V0	
Halogenfrei		nein	
Epsilon-R		4.45	bei 1MHz
Epsilon-R		4.10	bei 1GHz
Verlustfaktor		0.014	bei 1 GHz
Durchgangswiderstand		$7.40 \cdot 10^8$	Ohm
Oberflächenwiderstand		$5.10 \cdot 10^7$	Ohm
Durchschlagsfestigkeit		40	kV/mm
CTI (Kriechstrom)		keine Angabe	
Tg-Wert		150 ± 5	°C
CTE x/y/z		10/14/60	ppm/°K
Biegefestigkeit (zirka)		480	MPa x/y
Haftfestigkeit		0.78	N/mm

Typische Eigenschaften von FR4-Material.

(Quelle : Technolam)

Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

191

Basismaterial 2

Kupferfolien, Prepregs und Basislamine. Erläuterung der Grundbegriffe. Erklärung der Funktion der elementaren Materialkomponenten. Technische Eigenschaften von Basismaterialien für den Bau einfacher Leiterplatten bis hin zu komplexen starrflexiblen Multilayern.

Bohrungen : Bohrklassen in einem Multilayer

In einem Multilayer können die verschiedenen Kontaktierungsoptionen miteinander kombiniert werden. Dadurch ergeben sich viele mögliche Strategien für die Stromversorgung einer Baugruppe und für die Verdrehung der erforderlichen Signalwege.

Der Lagenaufbau des Multilayers muß auf die Kontaktierungsstrategie abgestimmt sein. Dementsprechend muß der Lagenaufbau vor Beginn der Arbeiten am CAD-System verbindlich vorliegen.

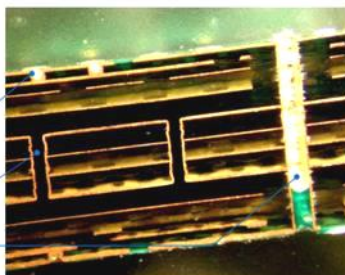
Beispiel (Kontaktierungsoptionen)

Kontaktierungen an einem 12-Lagen-Multilayer

BlindVia
(gelasert)

BuriedVia
(gebohrt)

Durchkontaktierung
(gebohrt)



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

204

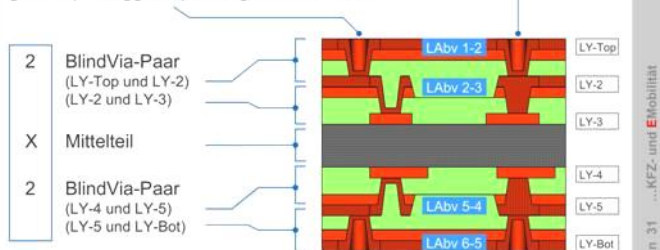
Bohrklassen

Erläuterung der unterschiedlichen Bohrklassen und Bohrtypen, die bei der Konstruktion einer Baugruppe eingesetzt werden können.

Justagebohrungen für die Montage im Gehäuse, Verdrehschutz für die Bestückung, Varianten für dk- sowie Blind- und Buried Vias.

Kontaktierungsstrategie : Typ 2 X 2

Multilayeraufbau vom Typ "2X2". Die BlindVias sind gelasert. Die Vialöcher sind metallisiert. Das Routing kann gestapelt (~ stacked) oder gestuft (~ staggered) durchgeführt werden.



Im Zuge der Leiterplattenproduktion müssen zwei Preßzyklen durchgeführt werden, zuerst [LY-2 ... LY-5] und dann [LY-Top ... LY-Bot]. Bei der gestapelten Variante müssen die inneren BlindVias mit einem leitenden Substrat verfüllt werden, damit ein leitender Übergang zu dem aufgesetzten BlindVia gegeben ist.

Leiterplatten 31 ... KFZ- und E-Mobilität

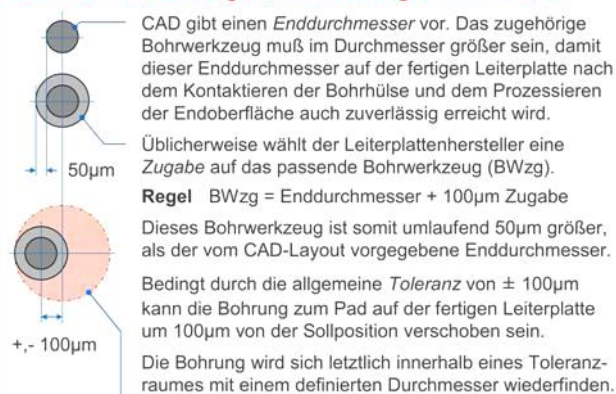
220

Kontaktierungen

Kontaktierungsstrategien auf hochlagigen Multilayern mit Referenz zur Fertigungstechnologie.

Möglichkeiten der Lasertechnik bei der Konstruktion von Multilayern mit gestapelten und/oder gestuften BlindVias. Konventionell gebohrte BuriedVias, BlindVias und DKs.

Toleranzraum : CAD-Vorgabe, Bohrwerkzeug und Paßtoleranz



Definition (Toleranzraum)

Toleranzraum = Enddurchmesser + 100µm Zugabe + (2 * 100µm Toleranz)

Leiterplatten 31 ... KFZ- und E-Mobilität

232

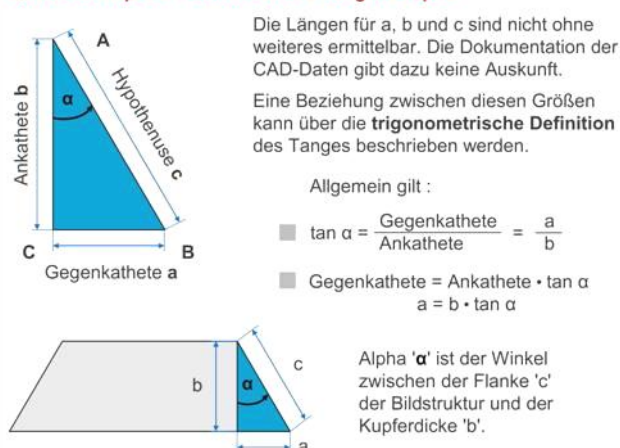
Toleranzraum für Bohrungen

Mathematische Grundlagen für die Konzeption von Bibliotheksvorgaben und Routingconstraints für das CAD-Design.

Erläuterung der Hintergründe für die wichtige Formulierung des Aspect-Ratio für Bohrungen.

Definition und Berechnung des minimalen Viadurchmessers.

Querschnittsprofil : Definition des Tangens Alpha



Leiterplatten 31 ... KFZ- und E-Mobilität

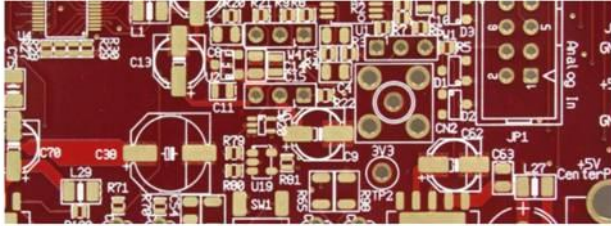
264

Querschnittsprofile

Trigonometrische Formulierungen als Grundlage für die kontrollierte Berechenbarkeit von Leiterbildern. Der Tangens als Kennziffer für die Konstruktion des CAD-Designs und als Kommunikationsvorgabe in allen Bereichen der Leiterplattentechnik.

Endoberfläche : Chemisch-Nickel-Gold

2.Bezeichnung	ENIG (electroless nickel immersion gold), NiAu
Erscheinungsbild	goldfarben, matt
Schichtdicke	Nickel 4.00-6.00µm 4.00-6.00µm 4.00-6.00µm Gold 0.05-0.06µm 0.07-0.08µm 0.09-0.12µm
Oberflächenstruktur	plan, weich Die Goldbeschichtung ist mit unterschiedlichen Dicken verfügbar
Verarbeitbarkeit	12 Monate
Bestückung	☒ THD ☒ Finepitch ☒ BGA ☒ BTC
Eignung	SMD- und THD-(Misch)Bestückung



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 294

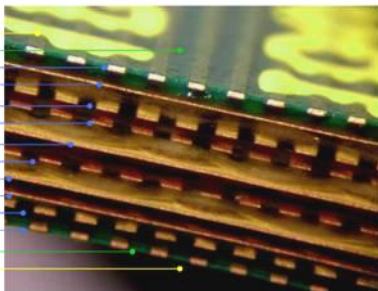
Metallisierungen

Abscheidung von Kupfer und galvanischen oder chemischen Oberflächen auf den Außenlagen von Leiterplatten. RoHS-Anforderungen. Schichtaufbauten und Schichtdicken für die üblichen Oberflächen HAL, ENIG (i.e. Chemisch Nickel/Gold) und Chemisch Zinn.

Filesyntax : Extensions für Leiterbilder und Drucke (Beispiel)

Für den Transfer und die Weiterbearbeitung der CAD-Daten müssen die Daten für die Produktion einer Leiterplatte der Dokumentation des Lageraufbaus *eindeutig* zugeordnet werden können.

Filename.SS-Top
Filename.SM-Top
Filename.LY-Top
Filename.LY-2
Filename.LY-3
Filename.LY-4
Filename.LY-5
Filename.LY-6
Filename.LY-7
Filename.LY-8
Filename.LY-9
Filename.LY-Bot
Filename.SM-Bot
Filename.SS-Bot



Sehr effektiv und sicher ist eine Identifikation der Produktionsvorlagen über ein System geeigneter **Extensions** zum originären File-Namen.

Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 415

Filesyntax

Anforderung an die Dokumentation von Produktionsdaten. Vergabe von Extensions im Umfeld einer definierten Filesyntax. Fileextensions für grafische (i.e. Leiterbild, Siebdruck) und mechanische (i.e. Bohren, Laser, Ritzen, Fräsen) Bearbeitungsschritte zur Produktion einer Leiterplatte.

Spezifikation von Leiterplatten und Baugruppen 14

Verifikation (Impedanzprüfung)

Ist keine Impedanzprüfung erforderlich, dann ist "nein" zu wählen. Andernfalls ist mit der Wahl "ja" auch festzulegen, welche Impedanzwerte einzuhalten sind. Single Ended (~se) und Differenzielle (~dif) Impedanzen sollten unterschieden werden.

Verifikation (Widerstandsmessung)

Ist keine Widerstandsmessung gewünscht, dann ist "nein" zu wählen. Andernfalls ist mit der Wahl "ja" auch festzulegen, welche Ohmwerte einzuhalten sind. Die Leiterplatten werden dann mit einem entsprechenden Zertifikat geliefert.

Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 398

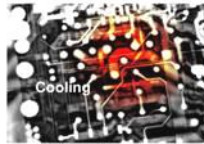
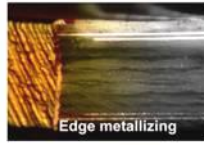
Spezifikation von Leiterplatten

Erforderliche, notwendige und hinreichende Parameter für die Beschreibung von Leiterplatten. Dokumentation der wichtigsten Eigenschaften von Leiterplatten für die Anfrage, den Einkauf und die Wareneingangskontrolle von Leiterplatten.

Strategische Anforderungen an Leiterplatten

Es müssen etliche Anforderungen bei der Konstruktion einer Leiterplatte für eine High-speed-Baugruppe berücksichtigt werden.

- Impedanz**
Signalqualität
- EMV**
Abschirmung
- Powerintegrität**
Funktionale Stabilität
- Kapazitive Powerplanes**
Breitbandige Entkopplung
- Entwärmung**
Funktionale Stabilität
- Signalintegrität**
Funktionale Stabilität



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

464

Physikalische Eigenschaften

Die Integration von EMV-Eigenschaften, Signal- und Powerintegrität sowie von kapazitiven Stromversorgungssystemen als entscheidende physikalische Funktion elektronischer Baugruppen. Leiterplatten als Garant für zuverlässige Gerätekonzepte.

Multilayer 2

Material	Stack-up	Vias	Parameter	Layer
Prepreg	20µm		1.0	1
Copper	30µm		1.0	2
Prepreg	20µm		1.0	3
Copper	17µm		1.0	4
Prepreg	20µm		1.0	5
Copper	17µm		1.0	6
Prepreg	20µm		1.0	7
Copper	17µm		1.0	8
Prepreg	20µm		1.0	9
Copper	17µm		1.0	10
Prepreg	20µm		1.0	11
Copper	17µm		1.0	12
Prepreg	20µm		1.0	13
Copper	17µm		1.0	14
Prepreg	20µm		1.0	15
Copper	17µm		1.0	16
Prepreg	20µm		1.0	17
Copper	17µm		1.0	18
Prepreg	20µm		1.0	19
Copper	17µm		1.0	20
Prepreg	20µm		1.0	21
Copper	17µm		1.0	22
Prepreg	20µm		1.0	23
Copper	17µm		1.0	24
Prepreg	20µm		1.0	25
Copper	17µm		1.0	26
Prepreg	20µm		1.0	27
Copper	17µm		1.0	28
Prepreg	20µm		1.0	29
Copper	17µm		1.0	30

- LP-Klasse** starr
- Gesamtdicke** 1.60mm
- Material** FR4
- Layer** 10
- Kontaktiert** ja
- BlindVias** nein
- BuriedVias** nein
- Legentypen** 5 x Sig
5 x Pow
- MPS** LY-2 LY-3 / LY-8 LY-9
- Pluggen** nein
- KM** ja
- Impedanz** 50 Ω single ended
90 Ω differentiell
100 Ω differentiell
- Montage** 1 x

Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

479

Multilayerbaupläne

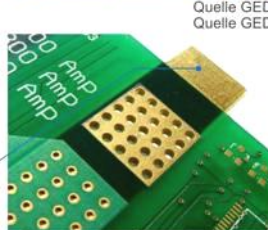
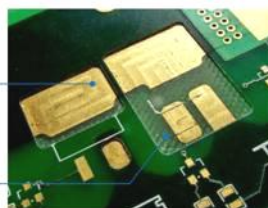
Exemplarische Dokumentation von einfachen ein- und doppelseitigen Leiterplatten bis hin zu komplexen Multilayern. Grafische Beschreibung des Aufbaus von Multilayersystemen. Dokumentation elementarer physikalischer Eigenschaften.

Entwärmung und Stromtragfähigkeit : Innere Dickkupferlagen

Das partielle Niveaufräsen ermöglicht das Öffnen eines nach dem Verpressen vorerst geschlossenen Materialverbundes. Die innenliegenden Lagen eines Multilayers sind damit von außen für den Kontakt zugänglich.

Großflächiges Fräsen erlaubt die Montage von Bauteilen auf dem inneren Bereich des Multilayers. Das ermöglicht eine direkte Ankontaktierung zu innenliegenden Lagen aus Dickkupfer. Damit ist eine Wärmeübergabe vom Bauteil zur Innenlage möglich. Es kann aber auch eine direkte Anbindung an eine Hochstromverbindung aufgebaut werden.

Das partielle Herausführen einer Innenlage aus Kupfer schafft direkte Anbindungen zu Leistungskontakten.



Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität

508

Hochstromleiterplatten

Konzepte für die Konstruktion von Hochstromleiterplatten. Alternative Multilayeraufbauten aus Dickkupfer in Kombination mit einer digitalen Ansteuerung. IMS-Leiterplatten auf der Basis von Aluminium oder Kupfer für eine leistungsfähige Entwärmung.

Drahtverlegetechnik für Hochstromleiterplatten

Beispiel (Drahtverlegetechnik)

Blick auf den Querschnitt eines Multilayers. Die Implantate werden funktionsgerecht maschinell auf den Innenlagen verlegt.

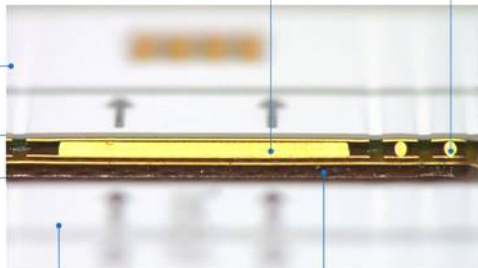
Flächige Kupfer-Implantate

Runde Kupfer-Implantate

Basismaterial ist FR4

cirka 1.50mm

Dicke der Leiterplatte



Sicht auf den Top-Layer des Multilayers

45°-Schliff mit Blick auf die Kupfergeometrie

Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität

513

Sequentielle Strombelastbarkeit

Die Drahtverlegetechnik als Option für die lokale Stromtragfähigkeit von elektronischen Geräten.

Individuelle Multilayertechnologien für individuelle Leistungsanforderungen.

Signalgeschwindigkeit

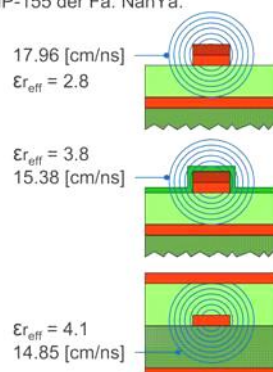
Beispiel (Signalgeschwindigkeit)

Vorgegeben ist eine relative Permittivität von 4.10 bei einer Frequenz von 1GHz. Referenz ist FR4 des Typs NP-155 der Fa. NanYa.

Die relative Permittivität muß sich an der effektiven Permittivität bzw. der effektiven Dielektrizitätseigenschaft orientieren, die sich aus den Geometrien der Lagenaufbaumoduln ergibt.

Für Leiterbahnen, die in ein homogenes Umfeld aus FR4 eingebettet sind, ist die Geschwindigkeit :

$$\begin{aligned} v_{\text{sig}}(\text{FR4}) &= \frac{30}{\sqrt{4.1}} \quad [\text{cm/ns}] \\ &= \frac{30}{2.02} \quad [\text{cm/ns}] \\ &= 14.85 \quad [\text{cm/ns}] \end{aligned}$$



Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität

517

Signal- und Powerintegrität

Bewertung von Stromversorgungsflächen und Signalführungen. Nicht zu empfehlende Konstruktionen für das Routing von Layouts am CAD-System.

Einschränkungen der funktionalen Qualität eines CAD-Designs durch ungeeignete Routing-Constraints.

Mittenabstand von Isolationen auf Powerplanes

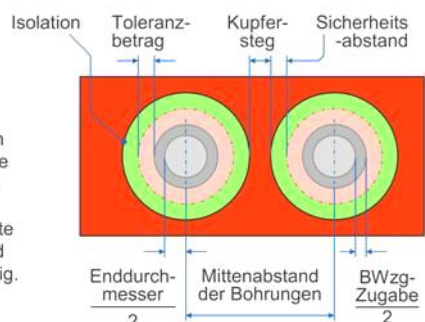
Regel (Kupfersteg bei gleichem Bohrdurchmesser)

$$\text{Mittenabstand}_{(\text{THT})} = \text{Enddurchmesser} + \text{BWzgZugabe} + \text{Kupfersteg} + 2 \cdot \text{Toleranzbetrag} + 2 \cdot \text{Sicherheitsabstand}$$

Nebenbedingung : Toleranzbetrag $\geq$ Toleranz (Bohrung zu Leiterbild)

Sicherheitsabstand

Für den zuverlässigen Betrieb der Baugruppe ist ein ausreichender Sicherheitsabstand zwischen der Tangente der Bohrwandung und der Powerplane wichtig.



Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität

548

Routingconstraints

Berechenbare Layoutgeometrien für die physikalischen Eigenschaften elektronischer Geräte.

Rückstromwege in Abhängigkeit von Routingabständen für THT-Bauteile und für Vias. Minimale Parameter für Viadistance und Restringe.

Impedanzmodul : Moduln für den CAN-Bus (~ 120 Ω)

Material FR4 Tg135
Epsilon-R 4.3
Prepregs 1 x 1080 SR
1 x 2116 SR

170µm

Differential Surface Coated Microstrip

Leiter- breite	Leiter- abstand	Kupferdicke (incl. DK)		
		30µm	42µm	60µm
300µm	450µm	92.8 Ω	91.2 Ω	89.2 Ω
200µm	450µm	112.7 Ω	110.3 Ω	107.3 Ω
175µm	450µm	119.3 Ω	116.6 Ω	113.2 Ω
175µm	375µm	117.0 Ω	114.3 Ω	110.1 Ω
150µm	375µm	124.4 Ω	121.2 Ω	117.2 Ω
150µm	275µm	118.9 Ω	115.5 Ω	111.2 Ω

Material FR4 Tg135
Epsilon-R 4.3
Prepregs 2 x 1080 SR

360µm
120µm
360µm

Differential Dual Stripline

Leiter- breite	Leiter- abstand	Kupferdicke		
		5µm	17µm	35µm
300µm	450µm	104.1 Ω	100.1 Ω	95.3 Ω
200µm	450µm	123.4 Ω	117.9 Ω	111.4 Ω
175µm	450µm	129.8 Ω	123.7 Ω	116.5 Ω
175µm	375µm	125.9 Ω	119.7 Ω	112.6 Ω
150µm	375µm	133.2 Ω	126.1 Ω	118.1 Ω
150µm	275µm	124.9 Ω	117.8 Ω	109.8 Ω

Impedanzberechnung

Erläuterung aller konventionellen Impedanzmoduln. Single Ended Impedanzen für 40, 50, 65 und 75 Ohm. Differentielle Impedanzen für 80, 90, 100 und 120 Ohm. Umsetzung typischer Impedanzwerte in geometrische Moduln für die Konstruktion von Multilayern.

Materialkosten : 6-Lagen Multilayer 2

Eingesetzte Materialien für die Fertigung eines starren Multilayers.

Material	Wert	EUR
Kupferfolie 17µm	0.65	
Prepreg 1080	1.01	
Laminat 510µm	7.31	
Prepreg 2116	1.14	
Prepreg 2116	1.14	
Laminat 510µm	7.31	
Prepreg 1080	1.01	
Kupferfolie 17µm	0.65	
Σ	20.22	

Die Kosten gelten für einen Produktions-zuschnitt mit einem Maß von 460x610mm.

Hinweis Als Referenz für TUC TU-62... wurden die Kosten für NanYa NP-155 eingesetzt.

Kosten

Basismaterialkosten als Schlüssel für das Verständnis einer notwendigen und angemessenen Multilayerkonstruktion. Ganzheitliche Kostenbewertung von starren Multilayern im Vergleich zu starrflexiblen Multilayern.

Flexible Leiterplatten : Sonderlösungen

Hinweis

Die nachfolgenden Folien beziehen sich auf Produkte der Fa. Neuschäfer Elektronik. Die Produktbezeichnungen sind dem Katalog "Verbindungsbauteile 2014/2015" entnommen.

Bitte beachten, daß die Produkte *patentrechtlich geschützt* sind.

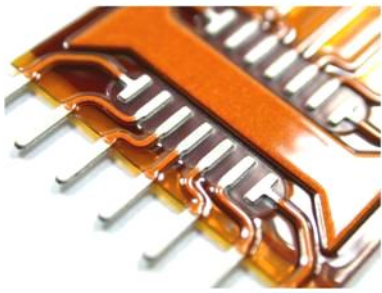
Aufbau

Das Trägermaterial und der Coverlay sind aus Polyimid.

Der metallische Überzug der Kontaktflächen ist aus Reinzinn.

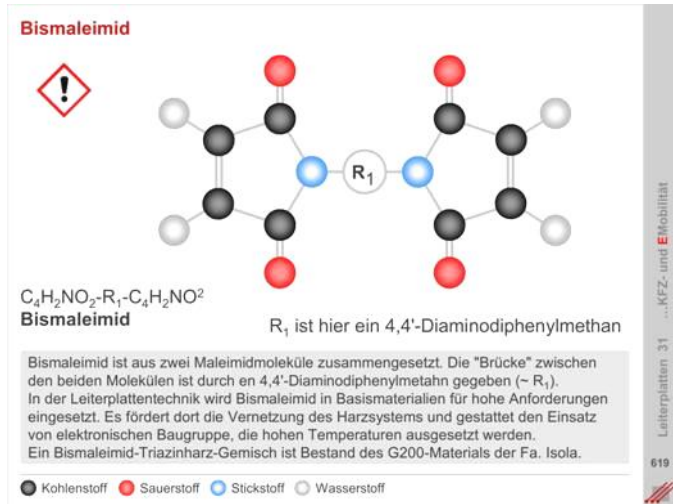
Montage

Je nach Variante können die Produkte wie SMDs oder THDs verarbeitet werden.



Sonderlösungen

Technische Varianten, die über die konventionelle Leiterplattentechnologie hinausgehen. Montagestrategien für 3-dimensionale Anforderungen. Flexible Adapter und semiflexible Leiterplatten. Flüssigkeitstemperierte Leiterplatten. Pneumatische Optionen.

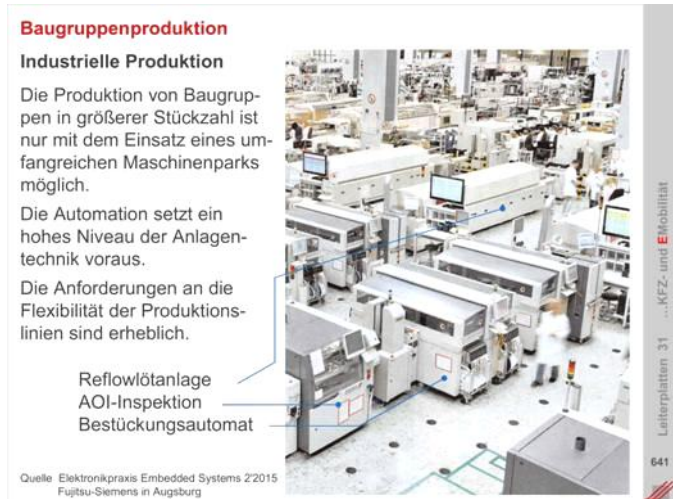


Chemie

Chemische Eigenschaften von Basismaterialien für Leiterplatten. Gefährdungspotentiale in der Produktion und dem Betrieb elektronischer Baugruppen.

Anforderungen an die Dokumentation von Leiterplatten.

Logistische Herausforderungen an die Entsorgung von Baugruppen.



Baugruppenproduktion

Eine Einführung in die Produktion elektronischer Baugruppen.

Informationen zur Anlagentechnologie und zum üblichen Prozeßablauf. Fehler in der Baugruppenproduktion als Folge unzureichender geometrischer Vorgaben aus der CAD-Bibliothek. Tombstoning. HiP-Effekte. Zuverlässigkeitsverluste.



Baugruppenstrategien

Zukünftige Konstruktionsstrategien in Abhängigkeit von physikalischen Anforderungen und bauteiltypischer Evolution.

Embedded-Entwicklungen für die hochintegrierte und hochleistungsfähige Konstruktion elektronischer Baugruppen.

Ihr Referent



Arnold Wiemers Seit 1980 selbstständig als Softwareentwickler für die Kalkulation, den Fertigungsablauf und die Fertigungsleitsteuerung von Leiterplatten.

Ab 1983 angestellter Geschäftsführer für den Fachbereich CAD der ILFA GmbH, Aufbau der CAM in den 1990er Jahren und ab 2000 Technologieberatung für komplexe Leiterplatten.

Seit 2009 Mitinhaber und Technischer Direktor der LA-LeiterplattenAkademie GmbH mit Sitz in Berlin.

Diverse Fachveröffentlichungen. Referent für Seminare, Konferenzvorträge und Workshops zum Thema Leiterplattentechnologie (MFT, MPS, Impedanz, Multilayersysteme, Designregeln, Gerber, LP2010).

Mitarbeit am Schulungskonzept der entsprechenden Fachverbände.

Vom IPC zertifizierter CID, CID+, CIS 6012, Tutor und Trainer. ZED.

Aktives Mitglied im AK-Design des ZVEI.

Förderung der Ausbildung an Berufs-, Fach- und Hochschulen.

Die LeiterplattenAkademie

Die Sicherung des Standortes Deutschland in Europa und der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit setzt sowohl die systematische als auch die kontinuierliche Qualifikation der Mitarbeiter/innen eines Unternehmens voraus.

Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Industriegesellschaft und ihre technologische Kompetenz am Weltmarkt wird (auch) durch die Qualität ihrer Elektronikprodukte bestimmt.

Das erfordert eine fachlich hochwertige Aus- und Weiterbildung.

Die zentrale Aufgabe der LeiterplattenAkademie ist, das Fachwissen aus den Bereichen der Schaltungsentwicklung, des CAD-Designs, der CAM-Bearbeitung, der Leiterplattentechnologie und der Baugruppenproduktion in Seminaren, Workshops und Tutorials zu vermitteln.

Seminare und Teilnahmegebühren

Das 2-tägige Seminar wird als freies Seminar durchgeführt, kann für Konferenzen gebucht werden und steht Ihnen auch als InHouse-Seminar zur Verfügung. Wir schulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Freies Seminar

Die Durchführung liegt bei der LeiterplattenAkademie. Wir informieren Sie über die Termine unserer Seminare via Mailing, eMail, Internet oder die Fachpresse.

Präsenz-Seminar: 890,00 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, das Teilnahmezertifikat, Mittagessen und Getränke.

Online-Seminar: 810,00 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen und das Teilnahmezertifikat.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

Das Seminar/Tutorial wird auch InHouse referiert. Sie sparen Teilnahmegebühren sowie Reise- und Übernachtungskosten. Für pauschal 3.800,00 € zzgl. MwSt. liefern wir Ihnen unseren Referenten "frei Haus".

Online steht Ihnen unser Referent für dieses 2-Tage-Seminar für 2.700,00 € zzgl. MwSt. zur Verfügung.

Eine individuelle Themengestaltung mit firmentypischen Schwerpunkten ist selbstverständlich möglich. Bitte stimmen Sie sich mit uns ab.

Wir bieten Ihnen 15% Rabatt für InHouse-Seminare in den Monaten Juli und August.



Die LeiterplattenAkademie

Die LA - LeiterplattenAkademie GmbH ist eine Schulungs- und Weiterbildungseinrichtung für die Fachbereiche

Schaltungsentwicklung

CAD-Design

CAM-Bearbeitung

Leiterplattentechnologie

Baugruppenproduktion

Die Akademie versteht sich als Partner für öffentliche Einrichtungen und Unternehmen der Wirtschaft, die in vergleichbaren Feldern engagiert sind.



LA - LeiterplattenAkademie GmbH
Schlesische Str. 12
10997 Berlin

Telefon
eMail
Internet

(030) 34 35 18 99
info@leiterplattenakademie.de
www.leiterplattenakademie.de