



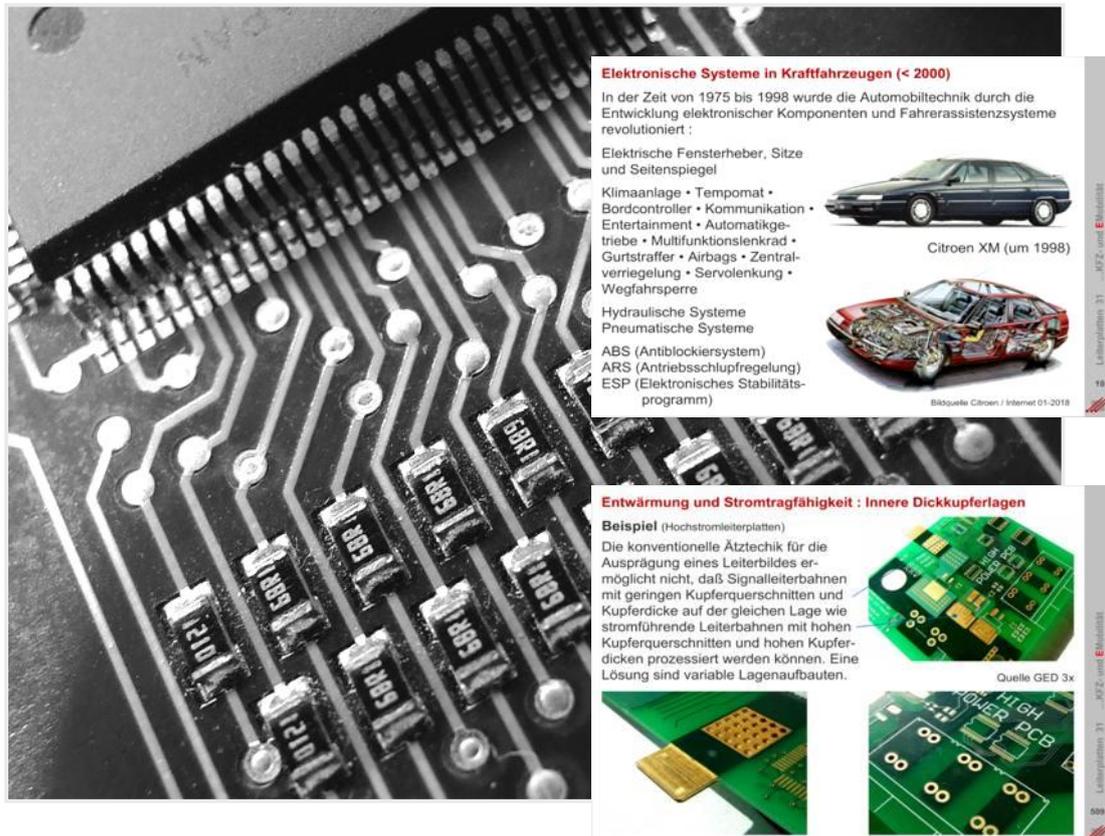
Arnold Wiemers

Seminar

Leiterplatten 31

...KFZ- und **E**Mobilität

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 • Gurtraffer • Airbags • Zentralverriegelung • Servolenkung • Wegfahrsperr

Hydraulische Systeme
Pneumatische Systeme

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



Citroen XM (um 1998)



Bildquelle Citroen / Internet 01-2018

Entwärmung und Stromtragfähigkeit : Innere Dickkupferlagen

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 Legenaufbauten.



Quelle GED 3x



HIGH POWER PCB

Lehrplan 31 ... KFZ- und E-Mobilität

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-Layoutes 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 • Gurtraffer • Airbags • Zentralverriegelung • Servolenkung • Wegfahrsperre

Hydraulische Systeme
Pneumatische Systeme

ABS (Antiblockiersystem)
ARS (Antriebsschlupfregelung)
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

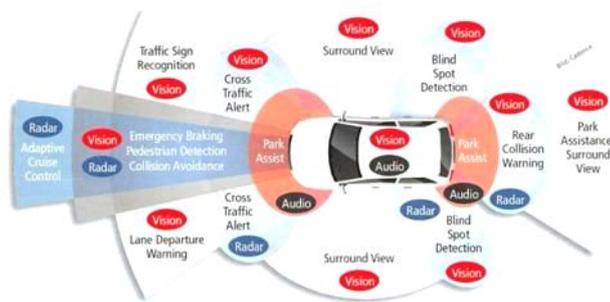
KFZ- und EMobilität

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 Saatdichte 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.



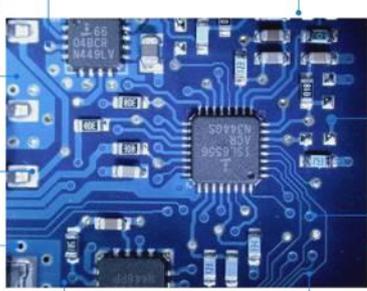
Bildquelle: John Deere / Internet 1'2018

Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 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



Durchkontaktierung *plated through-hole, via, plated drill*
 Leiterbild *pattern, conductive pattern*
 Kupferfläche *copper area*
 Endoberfläche *surface finish*
 Bohrung *drill*
 Lötstopdruck *solder print, solder resist*
 Lötstoplack *solder lacquer, solder varnish*
 Signalverbindung *signal trace, signal track*
 Pad *pad*
 Restring *annular ring*
 Leiterbahn *track, trace, line conductor*

Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 42

Fachbegriffe

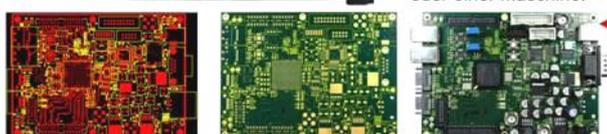
Eine Übersicht zu den wichtigsten deutsch- und englischsprachigen Fachbegriffen aus den Fachbereich- en der Leiterplatten- und Baugrup- penteknik. Voraussetzungen für die textliche Dokumentation international ein- heitlicher Spezifikationen und Bestellanforderungen.

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 wir der real einsetzbare Teil eines komplexeren Gerätes oder einer Maschine.



Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 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

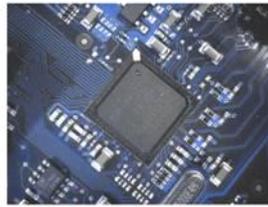
CAD-Bibliothek

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 ...KEZ- und EMobilität 59

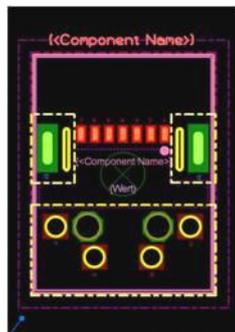
CAD-Bibliothek 1

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 ...KEZ- 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 ...KEZ- und EMobilität 71

Bauformen

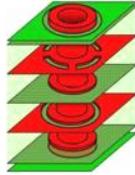
Informationen zur Vielfaltigkeit von Bauformen und den Herausforderungen an die Bibliotheksvorgaben des CAD-Systems und die Aufbau- und Verbindungstechnik (~ AVT) bei der Produktion der Baugruppen. Der elementare Einfluß der Lötflächegeometrien auf die Zuverlässigkeit der Bestückung.

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 ...KEZ- und EMobilität 96

Padstacks

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

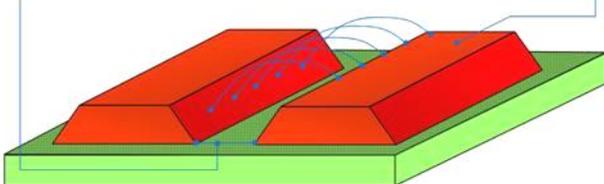
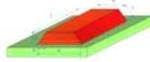
Referenzen zwischen der Bibliothek und der Leiterplatten- und Baugruppenproduktion.

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 Überschlagnspannung beachtet werden.



Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität 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

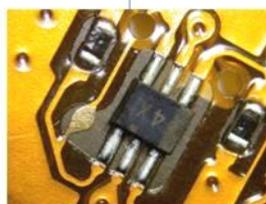
Die Verbindung zwischen flexiblen Leiterplatten und SMDs erfolgt in einem konventionellen Reflowprozeß.

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

SMD-Kondensator auf einer Flexleiterplatte



Bottom



Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität 148

Bauteilmontage

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

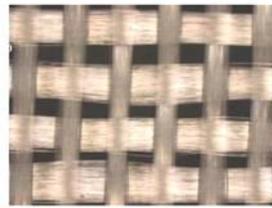
Vorgaben für das Löten auf starren und starrflexiblen Materialien.

Glasgewebe : Beispiel 2

Hinweis (FR4-Glasgewebevarianten)

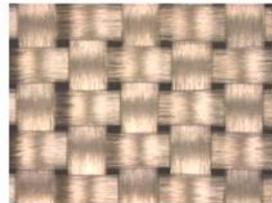
Nicht jeder Basismaterialhersteller nutzt die gleichen Glasgewebe für die Konstruktion seiner Basislaminat.

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 Basislaminat. 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.

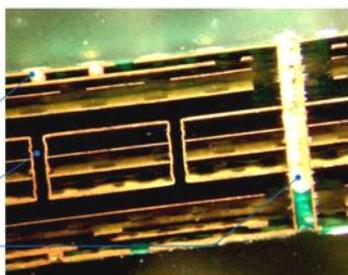
Beispiel (Kontaktierungsoptionen)

Kontaktierungen an einem 12-Lagen-Multilayer

BlindVia (gelasert)

BuriedVia (gebohrt)

Durchkontaktierung (gebohrt)



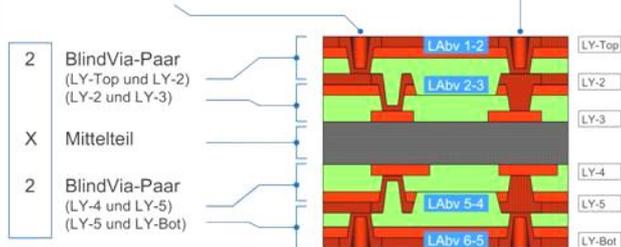
Leiterplatten 31 ...KFZ- und E-Mobilität 204

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.

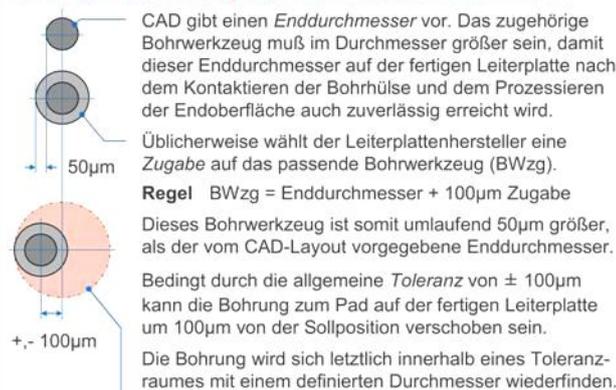
Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 220

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 EMobilität 232

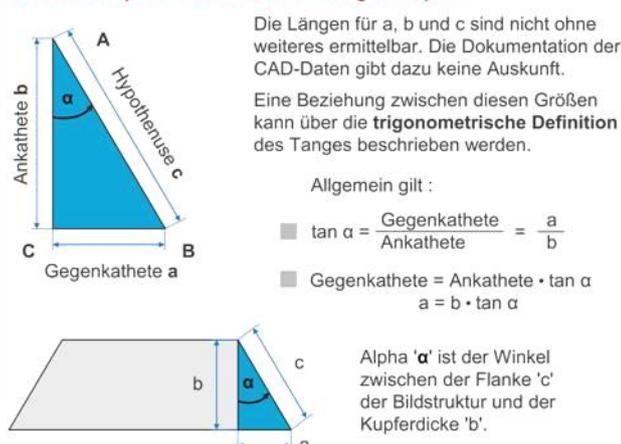
Toleranzraum für Bohrungen

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



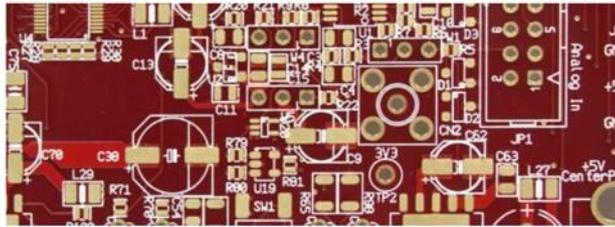
Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität 264

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 <small>Die Goldbeschichtung ist mit unterschiedlichen Dicken verfügbar</small>		
Verarbeitbarkeit	12 Monate		
Bestückung	<input checked="" type="checkbox"/> THD	<input checked="" type="checkbox"/> Finepitch	<input checked="" type="checkbox"/> BGA <input checked="" type="checkbox"/> BTC
Eignung	SMD- und THD-(Misch)Bestückung		



Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität 294

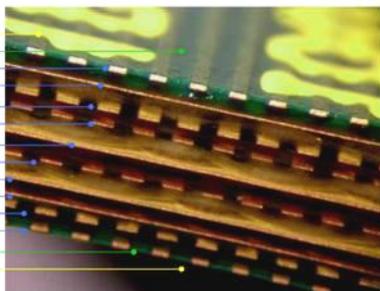
Metallisierungen

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 ...KEZ- und EMobilität 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 ...KEZ- und EMobilität 398

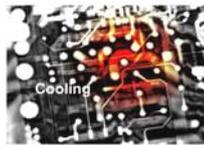
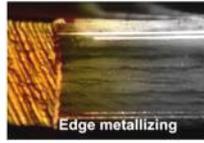
Spezifikation von Leiterplatten

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 EMobilität 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
Platt	20µm		1.60mm	10
Copper	35µm		FR4	
NP-1558	17µm		50 Ω	
NP-1558	17µm		90 Ω	
NP-1558	17µm		100 Ω	
NP-1558	17µm		5 x Sig	
NP-1558	17µm		5 x Pow	
NP-1558	25µm		LY-2 LY-3 / LY-8 LY-9	
Copper	17µm		nein	
NP-1558	17µm		ja	
NP-1558	17µm		nein	
NP-1558	17µm		nein	
NP-1558	17µm		1 x	

- 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 EMobilität 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.

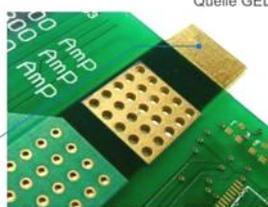
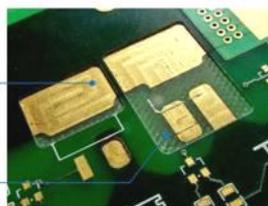
Entwärmung und Stromtragfähigkeit : Innere Dickkupferlagen

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 EMobilität 508

Hochstromleiterplatten

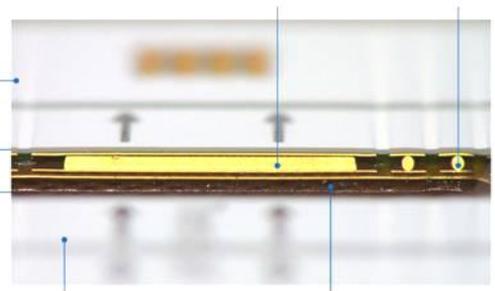
Konzepte für die Konstruktion von Hochstromleiterplatten. Alternative Multilayeraufbauten aus Dickkupfer in Kombination mit einer digitalen Ansteuerung. IMS-Leiterplatten auf der Basis von Aluminium oder Kupfer für eine leistungsfähige Entwärmung.

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



513

Sequentielle Strombelastbarkeit

Die Drahtverlegetechnik als Option für die lokale Stromtragfähigkeit von elektronischen Geräten. Individuelle Multilayertechnologien für individuelle Leistungsanforderungen.

Signalgeschwindigkeit

Beispiel (Signalgeschwindigkeit)

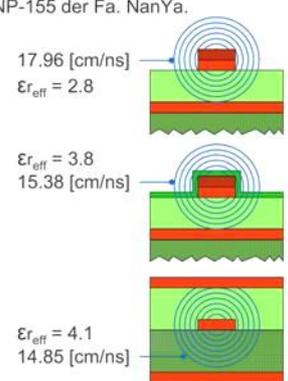
Vorgegeben ist eine relative Permittivität von 4.10 bei einer Frequenz von 1GHz. Referenz ist FR4 des Typs NP-155 der Fa. NanYa.

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 :

$$v_{sig(FR4)} = \frac{30}{\sqrt{4.1}} \text{ [cm/ns]}$$

$$= \frac{30}{2.02} \text{ [cm/ns]}$$

$$= 14.85 \text{ [cm/ns]}$$


517

Signal- und Powerintegrität

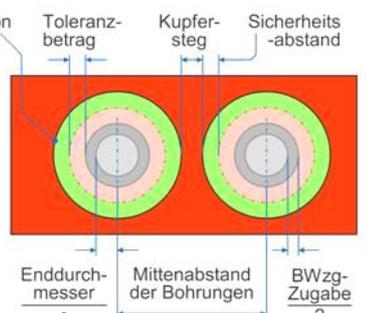
Bewertung von Stromversorgungsflächen und Signalführungen. Nicht zu empfehlende Konstruktionen für das Routing von Layouts am CAD-System. Einschränkungen der funktionalen Qualität eines CAD-Designs durch ungeeignete Routing-Constraints.

Mittenabstand von Isolationen auf Powerplanes

Regel (Kupfersteg bei gleichem Bohrdurchmesser)

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

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.

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	
Differential Surface Coated Microstrip													
		Leiterbreite	Leiterabstand	Kupferdicke (incl. DK)			30µm	42µm	60µm				
170µm		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							
Differential Dual Stripline													
		Leiterbreite	Leiterabstand	Kupferdicke			5µm	17µm	35µm				
360µm		300µm	450µm	104.1 Ω	100.1 Ω	95.3 Ω							
120µm		200µm	450µm	123.4 Ω	117.9 Ω	111.4 Ω							
360µm		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	
Cu17µm		
Prepreg 2116	1.14	
Prepreg 2116	1.14	
Laminat 510µm	7.31	
Cu17µm		
Prepreg 1080	1.01	
Kupferfolie 17µm	0.65	
		Σ 20.22

Die Kosten gelten für einen Produktionszuzchnitt 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

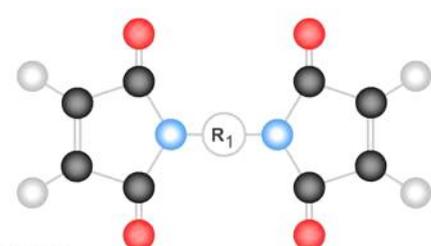
Je nach Variante können die Produkte wie SMDs oder THDs verarbeitet werden.



Sonderlösungen

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

Bismaleimid



$C_4H_2NO_2-R_1-C_4H_2NO_2$
Bismaleimid

R₁ ist hier ein 4,4'-Diaminodiphenylmethan

Bismaleimid ist aus zwei Maleimidmoleküle zusammengesetzt. Die "Brücke" zwischen den beiden Molekülen ist durch ein 4,4'-Diaminodiphenylmethan gegeben (~ R₁). In der Leiterplattentechnik wird Bismaleimid in Basismaterialien für hohe Anforderungen eingesetzt. Es fördert dort die Vernetzung des Harzsystems und gestattet den Einsatz von elektronischen Baugruppen, die hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Ein Bismaleimid-Triazinharz-Gemisch ist Bestand des G200-Materials der Fa. Isola.

● Kohlenstoff ● Sauerstoff ● Stickstoff ● Wasserstoff

Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität
619

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

Industrielle Produktion

Die Produktion von Baugruppen in größerer Stückzahl ist nur mit dem Einsatz eines umfangreichen Maschinenparks möglich.

Die Automation setzt ein hohes Niveau der Anlagentechnik voraus.

Die Anforderungen an die Flexibilität der Produktionslinien sind erheblich.



Reflowlötanlage
AOI-Inspektion
Bestückungsautomat

Quelle: Elektronikpraxis Embedded Systems 2/2015
Fujitsu-Siemens in Augsburg

Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität
641

Baugruppenproduktion

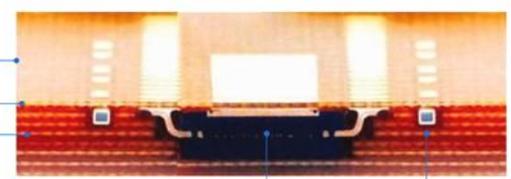
Eine Einführung in die Produktion elektronischer Baugruppen. Informationen zur Anlagentechnologie und zum üblichen Prozeßablauf. Fehler in der Baugruppenproduktion als Folge unzureichender geometrischer Vorgaben aus der CAD-Bibliothek. Tombstoning. HiP-Effekte. Zuverlässigkeitsverluste.

Embedded Components 2

Embedded Technology

Der für den Bauteilkörper benötigte Innenraum muß durch Fräsen oder Lasern der Innenlagenlaminare und Prepregs freigestellt werden. Die Bauteile werden kopfüber aufgeklebt oder aufgelötet und nach dem Verpressen des Multilayers durch gelaserte BlindVias ankontaktiert.

Flache Bauteile sind von Vorteil. Die konstruktiven Anforderungen sind hoch. Die Individualität von Baugruppen erschwert die einfache Formulierung von Designregeln. Damit wird die Abstimmung zwischen dem CAD-Design und der Leiterplattenproduktion unumgänglich.



Multilayer
Toplayer
Innenlage
Bottomlayer

IC der Bauform TSSOPn Zweipoliges SMD

Bildquelle ILFA modifiziert WI

Leiterplatten 31 ...KEZ- und EMobilität
613

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 "**Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität**" 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.

Die Teilnahmegebühr beträgt 890 € zzgl. MwSt. pro Person.

Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, das Teilnahmezertifikat, Mittagessen und Getränke.

Konferenz-Seminar

Wenn Sie "**Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität**" auf Ihrer Konferenz anbieten möchten, dann sprechen Sie bitte unsere Seminarleitung an.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

Das Seminar/Tutorial "**Leiterplatten 31 ...KFZ- und EMobilität**" wird von uns auch InHouse referiert. Sie sparen Teilnahmegebühren sowie Reise- und Übernachtungskosten. Für 3000,00 € zzgl. MwSt. kommt unser Referent zu Ihnen ins Haus bei einer Teilnahme von 4 Personen. Für mehr/weniger als 4 Teilnehmer unterbreiten wir Ihnen gerne ein angepaßtes Angebot.

Jeder Teilnehmer erhält ausführliche Seminarunterlagen sowie ein Teilnahmezertifikat.

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
Krefelder Straße 18
10555 Berlin

Telefon	(030) 34 35 18 99
Telefax	(030) 34 35 19 02
eMail	info@leiterplattenakademie.de
Internet	www.leiterplattenakademie.de