

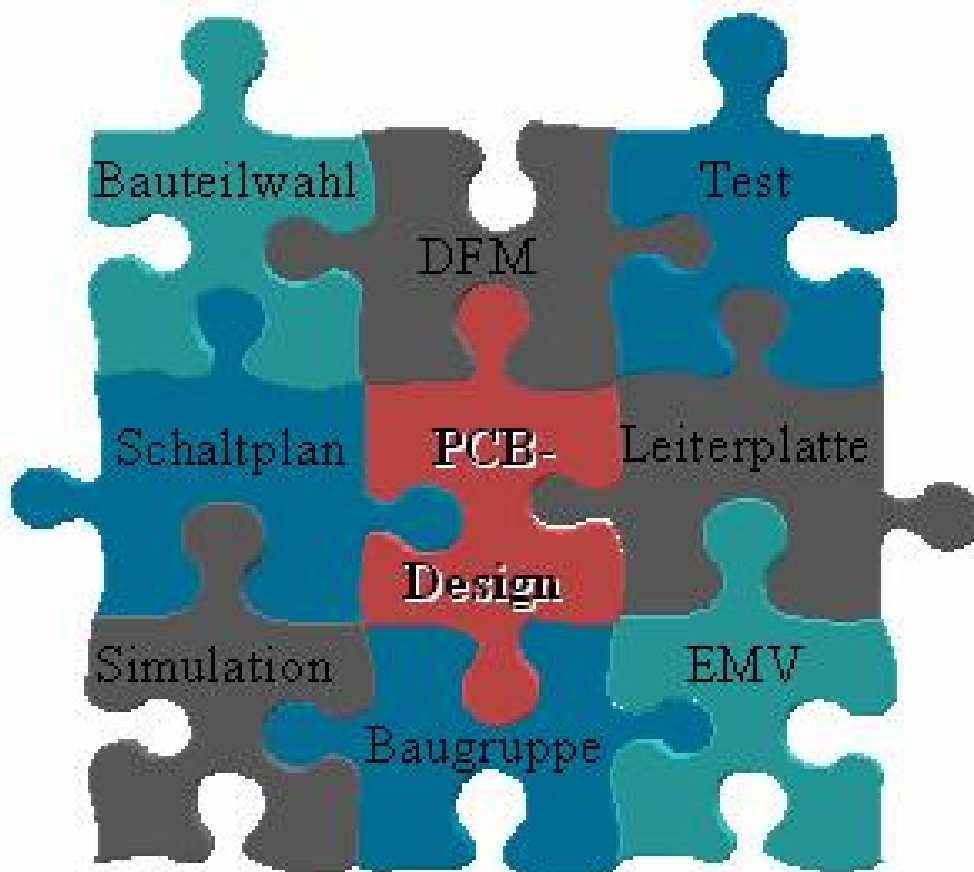


Jennifer D. Vincenz

Seminar

cad1

Elemente des CAD-Designs für Leiterplatten.
Vom Schaltplan über das CAD-Design und
die Leiterplattentechnologie zur Baugruppe.



Wer wird mit dem **cad1**-Seminar angesprochen?

Das Seminar informiert umfassend über die Grundlagen des CAD-Designs für Leiterplatten. Heute bedeutet CAD-Design deutlich mehr, als lediglich zwei Punkte am Bildschirm miteinander zu verbinden. Der Designer muss umfassende Kenntnisse der Umgebungsbedingungen, der Fertigungstechnologie sowohl von Leiterplatten als auch Baugruppen haben. Angefangen bei der Betrachtung der Umgebungsbedingungen für den Einsatz der Baugruppe werden diese nötigen Kenntnisse für ein erfolgreiches und kosteneffektives Leiterplattendesign vermittelt.

Dazu gehört die Erstellung der Bibliothek ebenso wie Fan-Out-Strategien und High-Speed-Design, das bedingt durch die Miniaturisierung auch im ASIC-Bereich zukünftig zum Standard werden wird. Die Auswirkungen dieser "Technologietreibenden Bausteine" (μ BGA, Flip Chip) auf Produzierbarkeit und Kostenstruktur des Designs und der Baugruppe werden vor dem Hintergrund aktueller Fertigungstechnologien aufgezeigt.

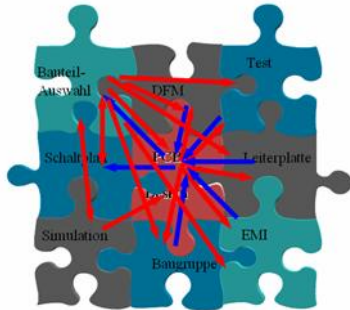
Besonderes Augenmerk wird auf die Dokumentation und den Postprozess gelegt, um Reibungen zwischen Entwicklung und Fertigung zu vermeiden.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Schaltungsentwicklung, Mechanik und Leiterplattendesign wird zunehmend wichtiger. Daher wendet sich dieses Seminar nicht ausschließlich an Designer, sondern auch an Konstrukteure und Schaltungsentwickler.

Auch für die CAM-Bearbeiter/innen der LP-Hersteller ergibt sich ein Einblick in die Problemstellungen, mit denen die Elektronikentwicklung heute konfrontiert ist. Das Seminar fördert über das bessere Verständnis eine bessere Zusammenarbeit.

Entscheidungsträger in den Bereichen Design, Leiterplatte und Baugruppe finden die Zusammenhänge übersichtlich und strukturiert aufgeführt, um jederzeit ihre Beratungskompetenz zu untermauern.

CAD-Design



Die Darstellung weiterer Verknüpfungen wird zu unübersichtlich, daher lassen wir es dabei...

© Jmesse D. Vasquez

CAD1 3

Einflussfaktoren

Interdisziplinäre Beziehungen zwischen Design, Leiterplattenfertigung und Baugruppenproduktion.

Umgebungsbedingungen für Baugruppen 1

- Innenraum
- Feuchträume
- Starke Verschmutzung
- Außeneinsatz
- Extreme Witterungseinflüsse
- Einsatz in aggressiven Medien
- Vibration, Stöße und Schläge



© Jmesse D. Vasquez

CAD1 9

Umgebungsbedingungen

Außer den mechanischen Anforderungen gibt es noch eine Vielzahl weiterer Umgebungsbedingungen, denen das Produkt genügen muss und die bereits im Design ihre Berücksichtigung finden müssen.

Designmaßnahmen zur Wärmeableitung 1

Oft genutzt sind Thermolagen und/oder Kühlflächen

Zur Wärmeabfuhr eignen sich dickere Kupferschichten, z.B. 70µm, 105µm, 210µm, 400µm oder auch spezielle Thermolagen wie Kupfer-Invar-Kupfer



Kühlflächen sind kupfergeflutete Bereiche, die außen entweder mit Lötstoplack bedeckt sind oder zur besseren Montage von Kühlkörpern lackfrei gehalten werden.

© Jmesse D. Vasquez

CAD1 33

Thermo-Design

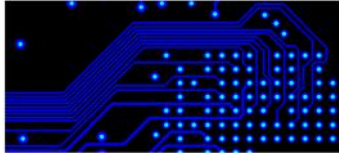
Eigenwärme und Umgebungswärme.

Maßnahmen zur Wärmekontrolle und zur Wärmeabfuhr

Toleranzklassen (produktbezogen) 6

Toleranzklasse C, Anforderungen an die Leiterplatte

- Leiterbahnen und Abstände min. 0.13 mm
- i.e. Leiterplattenklasse „Microfeinleiter“, ab 0.15 mm „Feinstleiter“
- Via-Bohrung 0.3 mm, Via-Pad 0.65 mm
- Restringe min. 0.075 mm
- Basis-Kupferdicke 17µm, Hülsenstärke 25µm
- Lötstopplackfreistellung 0.05 mm (Fotosensitiver Lack)
- Stegbreite Lötstopplack min. 0.1 mm
- Grundraster min. 1/480 Zoll



Quelle : Jürgen Händschke, „Leiterplattendesign – Ein Handbuch nicht nur für Praktiker“, 255 Seiten mit 175 Abbildungen und 23 Tabellen. ISBN 3-87480-219-1

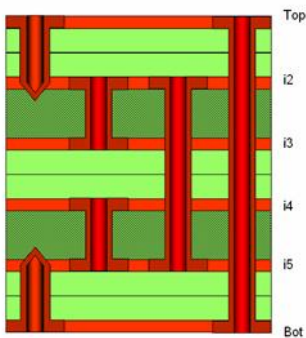
© Jenseifer D. Vasquez

CAD1 25

Produktionstechnologie

Allgemeine Produktionsanforderungen.
Hintergründe der Designanforderungen und der Designregeln im Rahmen der Produktionsmöglichkeiten.

Multilayer-Bauklassen 1



Übliche Optionen für Vias bei einem 6-Lagen-Multilayer mit innenliegenden Kernen.

© Jenseifer D. Vasquez

BuriedVias	
i2	→ i3
i4	→ i5
i2	→ i3 → i4 → i5 if $Cu_{(i2)}=Cu_{(i5)}$
BlindVias	
TOP	→ i2
TOP	→ i2 → i3
TOP	→ i2 → i3 → i4
TOP	→ i2 → i3 → i4 → i5
BOT	→ i5
BOT	→ i5 → i4
BOT	→ i5 → i4 → i3
BOT	→ i5 → i4 → i3 → i2
Nicht mögliche Varianten	
i3	→ i4

CAD1 112

Multilayer-Aufbau

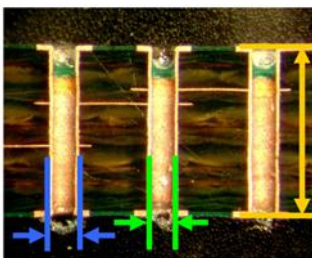
Leiterplattenklassen.

Grundsätzliche Aufbaustrategien und Aufbauregeln für Multilayer.

Strategien für die Konstruktion komplexer Multilayersysteme.

AspectRatio

Die CAD-Vorgabe wird *immer* als Enddurchmesser verstanden.



Definition

Das „AspectRatio“ ist das mathematische Verhältnis des Bohrwerkzeughdurchmessers zur kontaktierbaren Bohrtiefe.

Regel :

Bohrwerkzeughdurchmesser = CAD-Vorgabe + 100µm

© Jenseifer D. Vasquez

CAD1 115

Kontaktierungsstrategien

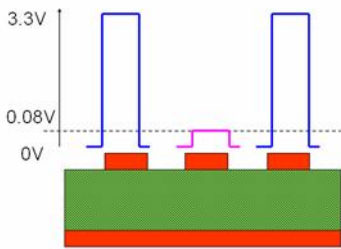
Bohrklassen. Definition des Aspect Ratio für Buried Vias und Durchkontaktierungen.

Grenzbereiche und maximal kontaktierbare Lagenabstände.
Zuschläge auf CAD-Vorgaben.
Enddurchmesser und DK-Kupfer.

Crosstalk 7

Üblicherweise ist eine sichere Funktion gewährleistet, wenn der Crosstalk 5% des Schaltimpulses nicht überschreitet, es wird jedoch davon ausgegangen, das maximal 10% eingekoppelter Energie bei gleichartiger Logik nicht zu Fehlfunktionen führt.

Beispiel : Aggressor Impuls 3.3V -> Crosstalk Impuls max. 160mV



Achtung : Störimpulse von zwei flankierenden Leitungen addieren sich auf der „Opfer-Leitung“, daher muss der maximale Crosstalk auf 2.5% begrenzt werden!

© Jmesfer D. Vasquez

CAD1 59

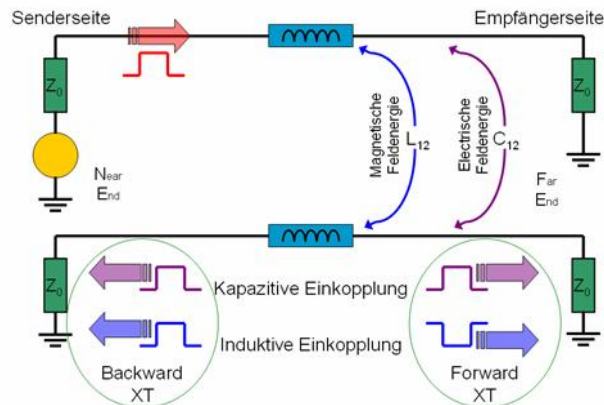
Signalintegrität

Grundlagen für die Funktion von Leitungen auf Leiterplattenmaterialien.

Signalgeschwindigkeiten auf verschiedenen Basismaterialien.

Vermeidung von Crosstalk.

Crosstalk 2



© Jmesfer D. Vasquez

CAD1 54

High-Speed-Design

Übliche Schaltfrequenzen.

Rise- and Fall-Times.

Kritische Leitungslänge.

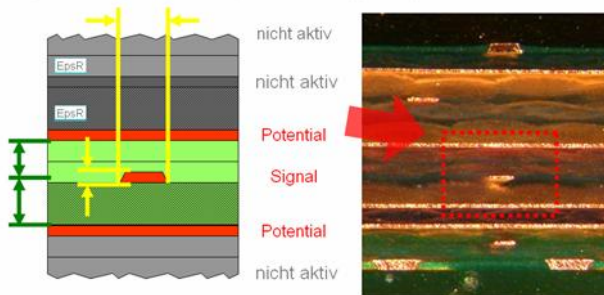
Evaluierung, wann High-Speed-Regeln einzuhalten sind.

Forward und Backward-Crosstalk.

Kapazitive und induktive Einkopplung.

High-Speed-Design 9

Impedanzmodell für eine Impedanz vom Typ "Stripline".



Modul "Single Ended Stripline"

Die Funktion eines Impedanzmoduls wird bestimmt durch die Leiterbahnbreite, die Kupferdicke, den Lagenabstand und den Epsilon-R-Wert des Basismaterials.

© Jmesfer D. Vasquez

CAD1 71

Impedanzen

Single-Ended- und Differentielle Impedanzen.

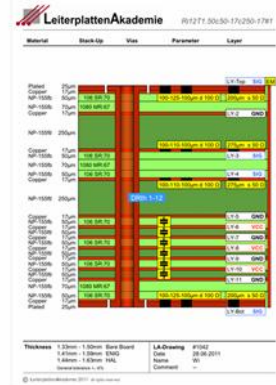
Diverse Berechnungsbeispiele.

Beispiele für den Aufbau impedanzdefinierter Multilayer.

Toleranzen und Fehlerbetrachtung.

EMV-Verbesserung durch das Design der Stromversorgung 2

Ein gutes Konzept für die Stromversorgung ist unverzichtbar bei einem anspruchsvollen Layout für eine High-Speed-Baugruppe.



Ein Multi-Power-System ist in der Lage, größere Ladungsmengen bereitzustellen.

Auslegung als
MultiPowerSystem

Ein Teil der Kondensatoren kann eingespart werden, das Risiko von multiplen Resonanzfrequenzen sinkt, die Signalintegrität wird verbessert.

© Jozsef D. Vasquez

CAD1 50

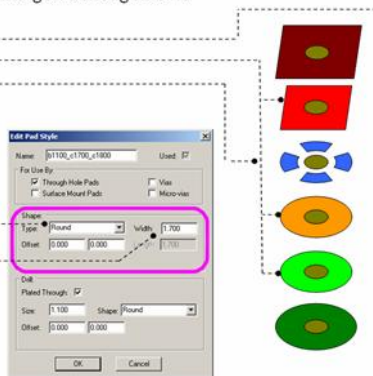
Multilayersysteme

Aufbau von Multilayersystemen. Lösungsstrategien für Anforderungen aus dem Bereich der Signalintegrität und der EMV. Referenzplanes.

Breitbandentkopplung und Multi-Power-Systeme.

Padstacks 4

- Padstacks für (THT-) Bohrungen benötigen eine Information über :
Lötstopmasken
Signallagen
Powerplanes
- Pad-Information Außenlagen / Innere Signallagen :
Form
Größe
- Die Pad-Information für die Lötstopmaske und für die Lotpaste können entweder fest oder parametrisiert definiert werden.



© Jozsef D. Vasquez

CAD1 88

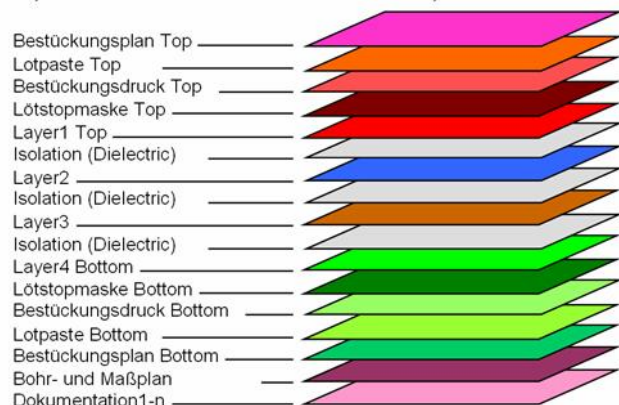
Bibliotheken

Bibliothekselemente und Aufbau von CAD-Bibliotheken unter der Berücksichtigung von Baugruppenproduktion und Lötverfahren.

Geometrien für Padstacks.

Layerstacks 1

"Layer" sind die funktionalen Ebenen eines CAD-Layoutes :



© Jozsef D. Vasquez

CAD1 99

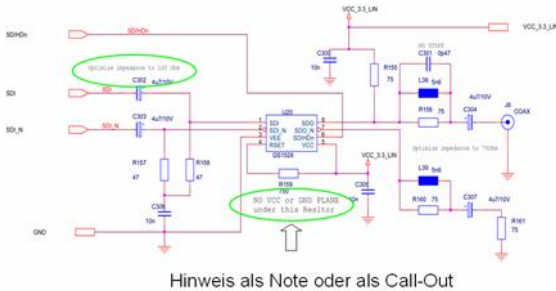
Layer-Definition

Layerfunktion und Zuordnung im CAD-System.

Materialeigenschaften und Materialdatenbanken.

Schaltplan 2

Der Schaltplan sollte alle Constraints enthalten. Constraints sind beispielsweise Anforderungen an die Impedanz, an die Länge der Signalleitung, an die minimal erforderliche Stromtragfähigkeit, an EX-geschützte Bereiche usw.



© Jozsef D. Vaszari

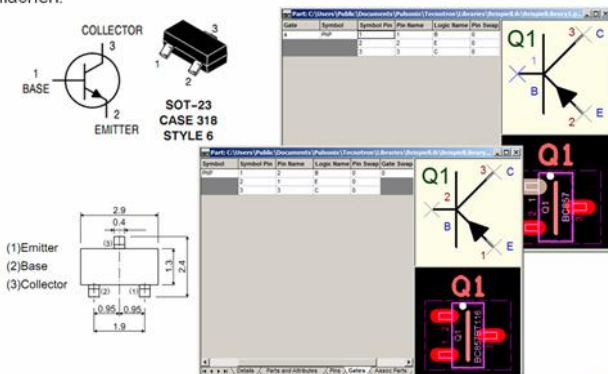
CAD1 166

Schaltplan und Netzlisten

Schaltplanelemente. Schaltplanübernahme.
 Netzlisten und Constraints.
 Import und Export von Netzlisten.
 Transferformate.
 Übergabe von Kommentaren und Routinginformationen.

Parts (Bauteile) 5

Die Zuordnung von Pin-Nummern und Pin-Namen zu symbolischen Pins gestattet die allgemeine Verwendung von Schaltplansymbolen und Lötflächen.



© Jozsef D. Vaszari

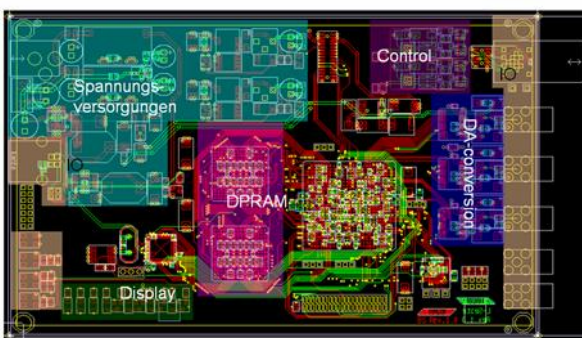
CAD1 155

Bauteil-Bibliothek

Footprints und Outlines. Vorgaben für Pinnummern. Deklaration von Bauteilwerten und Bauteilmitten.
 Integration von Bauteilparametern in der Bibliotheksdatenbank.
 Allgemeine Empfehlungen für den Aufbau einer Bibliotheksdatenbank.
 Schaltplansymbole. Datatransfer.

Bauteilplatzierung 13

Bauteile möglichst entsprechend ihrer Funktionsgruppen platzieren.



© Jozsef D. Vaszari

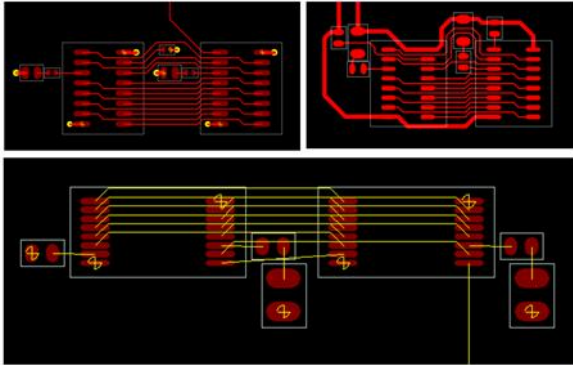
CAD1 195

Bauteilplatzierung

Festlegen von Funktionsgruppen.
 Raumaufteilung inklusive Berücksichtigung von Schaltungsfunktionen und mechanisch bedingten Sperrflächen.
 Prioritäten bei der Platzierung.

Bauteilplatzierung 16

Die Wahl eines anderen Footprints beeinflusst das Routing und erfordert gegebenenfalls andere Entflechtungsstrategien.



© Jennifer D. Vasquez

CAD1 198

Designstrategie

Rasterwahl für das Platzieren von Bauteilen und für das Routen der Signalverbindungen.

Klassische Lösungen für das Fan-Out komplexer Bauteile.

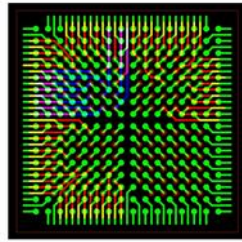
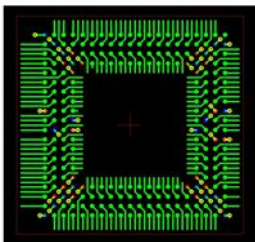
Zweiseitige und vierseitige Bauteile.

Fan-Out 2

Beispiel: Dog-Bone Fan-Out für BGAs

Raster 1.27mm
(Teil-Matrix)

Raster 1.27mm
(Full-Matrix)



© Jennifer D. Vasquez

CAD1 216

Fan-Out Matrix-Bauteile

ViaInPad.

Multilayer-Lagenaufbauten mit Microvias.

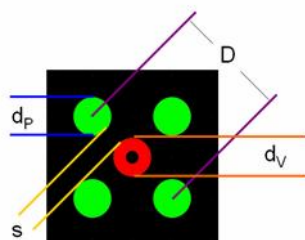
Geeignete Rasterwahl für das Routen von BGAs.

Strategien für das Fan-Out von BGAs am Beispiel definierter Routingkanäle.

Fan-Out Matrix Bauteile 3

Kalkulation des maximalen Viadurchmessers

$$D - d_p - (2 \times s) = d_v$$



D = diagonal pitch d_p = BGA-PadØ d_v = Via-PadØ
 s = Space

© Jennifer D. Vasquez

CAD1 218

Fan-Out

Berechnung einzusetzender Via-Größen und Leiterbahnbreiten. Evaluierung der nötigen Lagenzahl für das kompakte Layout von BGAs. Berechnungsansätze für die Abschätzung von minimalen Leiterbahnbreiten und Leiterbahnabständen.

Design-Rule-Check 1

Nach Abschluß der Layoutarbeit ist der komplette DRC der letzte Schritt bevor der Postprozeß durchgeführt wird.

Pflichtprüfungen

- ✓ Alle Netze sind vollständig verbunden.
- ✓ Es gibt keine Kurzschlüsse.
- ✓ Alle Constraints sind eingehalten.
- ✓ Es gibt keine Overlaps (Pins, Bauteile, Areas).
- ✓ Minimum Restring, Minimum Freihaltung um Bohrung eingehalten.
- ✓ Aspect-Ratio aller Bohrungen ist eingehalten
- ✓ Alle Lötstellen sind von Lack freigehalten, Leiterbahnen sind mit Lack überdeckt, Lackstege sind min. 100µm breit.
- ✓ Es gibt keine Texte auf löstoplackfreien Bereichen.
- ✓ Platzierungsvorgaben sind eingehalten

© Juseffe D. Vasconz

CAD1 243

Design-Rule-Check

Pflichtprüfungen.

Optionale Prüfungen.
Individuelle und unverzichtbare
Einstellmöglichkeiten.

Strategischer Aufbau des DRC.

NC-Bohr- und Fräsdaten 1

Bohrdaten werden für die Erzeugung der Bohrungen der Leiterplatte benötigt.



Die Darstellung der Fräskontour ist je nach CAM-Software unterschiedlich

© Juseffe D. Vasconz

CAD1 251

Postprozess

Gerberdatenausgabe. Auswahl des geeigneten Datenformates und der richtigen Koordinatenauflösung.
Einstellparameter für Gerberdaten.
Bohrdatenausgabe.
Einstellparameter für Bohrdaten.
Pick-and-Place-Daten.

Spezifikation der Leiterplatte 2

Beispiel : Spezifikation als Word-Dokument, Seite 1 und 2

Leiterplattenspezifikation		Leiterplattenspezifikation	
Antragsdaten		Antragsdaten	
Projekt-Nummer	XXXX0000	Erstellt	11.02.2009 / jvl
Antragsdatum	11.02.2009	Bestellstatus	X
Kunde	Muster GmbH	Material	FR4
Anspruchsteller	Herr Mustermann	Bohrung	FR4
Leiterplatten	Muster GmbH, Str. 1, Gasteig Str. 1-10	Bohrung	FR4
PLZ/Ort	12345 Musterstadt	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
PLZ/Ort	56789 Musterstadt	Bohrung	FR4
Bestellnummer	As 456789012	Bohrung	FR4
Plattenspezifikation	Phosphorsäure-Nachbearbeitung	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungswinkel	90°	Bohrung	FR4
Bohrungsmaterial	FR4	Bohrung	FR4
Bohrungsbereich	Muster GmbH, Fabrik, Postfach 1234	Bohrung	FR4
Bohrungstiefe	0,5 mm	Bohrung	FR4
Bohrungsdurchmesser	0,		

Ihre Referentin



Jennifer Vincenz ist seit vielen Jahren im CAD-Design tätig. Sie war von 1988 bis 2010 bei der ILFA GmbH in Hannover. Zu ihrem Aufgabenbereich zählte neben dem CAD-Design die interne Aus- und Weiterbildung, die fachliche Dokumentation sowie die technische Kundenberatung.

Sie ist vom IPC zertifizierte CID, CID+ und Instruktorin, sie ist FED-Designerin und ist seit 2002 als Referentin für den FED tätig. Dort arbeitet sie auch aktiv am Schulungskonzept mit. Seit 2010 ist Frau Vincenz bei der Fa. tecnotron.

Mitarbeit an Projekten wie der "Leiterplatte 2010" und dazugehörige Fachveröffentlichungen sowie die Übersetzung von Fachartikeln für die ELEKTRONIKPRAXIS und die Tätigkeit als Referentin auf Konferenzen zum Thema "Design und Leiterplattentechnologie" runden das Bild ab.

Die LeiterplattenAkademie

Die Sicherung des Standortes Deutschland in Europa und der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit setzen eine systematische und 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 Tagesseminar "**cad1**" wird als freies Seminar durchgeführt, kann für Konferenzen gebucht werden und steht auch als InHouse-Seminar zur Verfügung.

Freies Seminar

Die Durchführung liegt bei der LeiterplattenAkademie. Die Termine werden via Mailing, eMail, Internet oder Presseveröffentlichungen mitgeteilt. Die Veranstaltungsorte liegen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die Teilnahmegebühr beträgt 520 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, das Teilnahmezertifikat, das Mittagessen und die Getränke.

Konferenz-Seminar

Wenn Sie "**cad1**" auf Ihrer Konferenz anbieten möchten, dann sprechen Sie bitte unsere Seminarleitung an.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

"**cad1**" wird auch firmenintern referiert. Sie sparen Reise- und Übernachtungskosten, vor allem jedoch Zeit.

Für pauschal 2.900 € zzgl. MwSt. liefern wir Ihnen unsere Referenten "frei Haus". Eine individuelle Themengestaltung mit firmentypischen Schwerpunkten ist selbstverständlich möglich. Bitte stimmen Sie sich mit uns ab.

Sofern Sie oder ein anderer Mitarbeiter Ihres Unternehmens ein Seminar vorab in Augenschein nehmen möchten, erstatten wir Ihnen die Teilnahmegebühr bei Buchung einer InHouse-Veranstaltung innerhalb von drei Monaten nach dem Seminartermin.

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
URL	www.leiterplattenakademie.de