

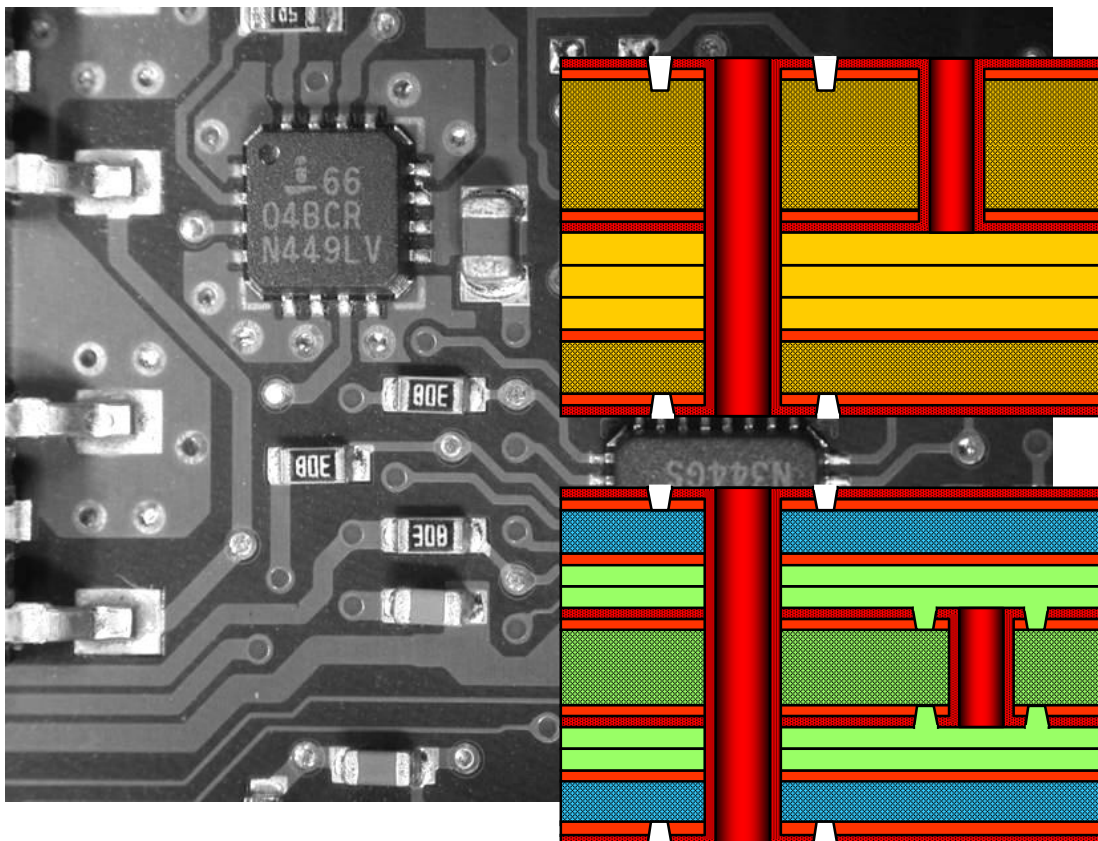
Arnold Wiemers

Seminar

Leiterplatten 2

...*Multilayersysteme*

Erfolgreiche Strategien und praktische Lösungen für den Aufbau von ein- und doppelseitigen Leiterplatten sowie einfachen und komplexen Multilayern bei klassischen und/oder besonderen Anforderungen an elektronische Baugruppen



Wer wird mit dem Seminar "Leiterplatten 2 ...*Multilayersysteme*" angesprochen ?

Ein Multilayer soll vielfache Anforderungen erfüllen. Ergänzend zu den technischen Fähigkeiten müssen auch die physikalischen Gegebenheiten beachtet werden. Der Zeitpunkt der Entscheidung für die ein oder andere Bauvariante verschiebt sich dabei unaufhaltsam nach vorne.

Viele Eigenschaften eines Multilayers müssen bekannt sein, bevor der Schaltplan abgeschlossen wird. Es ist empfehlenswert, den Lagenaufbau sogar noch vor Beginn der ersten Projektphase im Vorfeld der Diskussion über eine neue Gerätegeneration festzulegen. Unter Beachtung der vorgesehenen Bauteilkomponenten ist dies der richtige Zeitpunkt, sicher über die zuverlässige Machbarkeit, die entstehenden Kosten und die Chancen des fertigen Produktes am internationalen Markt entscheiden zu können.

Den **CAD-Designer/innen** müssen die Strategien für einen Lagenaufbau bekannt sein, wenn ein effektives, funktionierendes und kostengünstiges Design für eine Baugruppe gefordert ist.

"**Leiterplatten 2 ...*Multilayersysteme***" erläutert anschaulich die Regeln für die Konstruktion eines Multilayersystems.

Kontaktierungsvarianten werden ebenso vermittelt wie die zulässigen Kombinationen von Basismateriallaminaten, Prepregs und Kupferfolien. Hybridbauten und spezielle Lösungen für die Entwärmung von Baugruppen werden erläutert.

Ein wichtiges Thema ist inzwischen die Logistik für den Datentransfer sowie die Dokumentation von Multilayeraufbauten inklusive der Angabe der Leistungsparameter des Materials und des Aufbaukonzeptes an sich.

Das Seminar ist auch für **CAM-Bearbeiter/innen** der LP-Hersteller von Bedeutung, weil es die Zusammenhänge zwischen CAD und Leiterplatte erläutert. Es fördert damit auch das partnerschaftliche Miteinander auf der Linie "CAD - CAM - Leiterplatte - Baugruppe".

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

Strategische Anforderungen an Leiterplatten

Es müssen etliche Anforderungen bei der Konstruktion einer Leiterplatte für eine High-Speed-Baugruppe.

Impedanz
Signalqualität

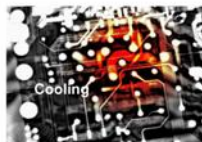
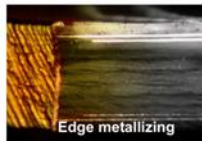
EMV
Abschirmung

Powerintegrität
Funktionale Stabilität

Kapazitive Powerplanes
Breitbandige Entkopplung

Entwärmung
Funktionale Stabilität

Signalintegrität
Funktionale Stabilität



Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme

Fertigungsqualitäten

Anforderungen an die Qualität von Leiterplatten als Träger für moderne Baugruppen.

Notwendige Fertigungstechnologien für die Umsetzung technischer Vorgaben in die Mechanik einer Leiterplatte.

Baugruppe ~ 2007



Aufgabe

Zentrale CPU. Ansteuerung der Peripherie. Anpassung an die Gehäusevorgabe. Möglichst leicht. Hohe Zuverlässigkeit. Geringer Energiebedarf.

Laptop Motherboard Baugruppe Fundus ISW

Starrer 4-Lagen-Multilayer. Montage von Aufsteckkarten. Material FR4
100µm Leiterbahn + Abstand. Bestückung automatisch.

Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme

Baugruppen

Klassische und spezielle Lösungen für den Einsatz elektronischer Baugruppen in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen.

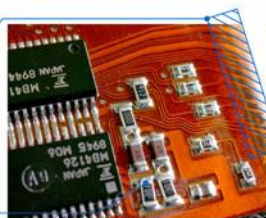
Baugruppen für den industriellen und den kommerziellen Einsatz. Beachtung der Betriebsumgebung.

Flexible Baugruppen : Beispiel

Eine der „alten“ Regeln ist, daß flexible Leiterplatten nicht bestückt werden dürfen, um Brüche in der Leiterbahnführung und das Abscheren von Bauteilen zu verhindern.

Durch die modernen Produktionsverfahren hat sich diese Regel verändert. Es darf dann bestückt werden, wenn das flexible Material an oder in dem Gerät plan liegt und vor allem stabil fixiert ist.

In den gebogenen Abschnitten einer flexiblen Leiterplatte darf weiterhin nicht bestückt werden. Durch die reduzierten Möglichkeiten bei der Strukturierung des Coverlays ist insbesondere auf die Lötflächen der SMD-Komponenten zu achten, damit eine Torsion der Bauteile verhindert wird.



Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme

Einfache Konstruktionsregeln

Die Umsetzung historischer Regeln für die Konstruktion elektronischer Baugruppen in die heutige Zeit. Der Einfluß zu starrer Regeln als Hemmnis für die Weiterentwicklung von Baugruppen. Die Grenzbereiche von allgemeinen Designprinzipien.

Montage : THT

Bedrahtete Bauteile werden eingesetzt, wenn mechanische Stabilität gefordert ist. Das gilt für vielpolige Stecker, die Kräfte aufnehmen müssen, aber auch für Relais oder Trafos, die ein hohes Eigengewicht haben.

Beispiel (THT-Baugruppe ds)

Relaiskarte aus FR4-Material, die mit schweren Bauteilen bestückt ist. Montage der Leistungstransistoren auf einer Metallschiene. Die Schaltung ist doppelseitig ausgelegt, die Bohrungen sind metallisiert.



Beispiel (THT-Baugruppe es)

Schaltung auf einer FR2-Leiterplatte für eine Fahrradbeleuchtung. Die Bohrungen sind NDK, das Leiterbild ist einseitig, die Kontur ist gestanzt.



Klassifizierung von Baugruppen

Eine Übersicht zu den Strategien für die Montage elektronischer Komponenten auf einer Leiterplatte.

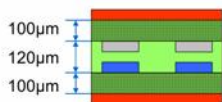
Löten, Bonden und Einpressen als prinzipielle Verfahren.

Wechselwirkungen zwischen den Basismaterialien, den Lagenaufbauten und der Montagetechnik.

Impedanzmoduln für den Einbau in Multilayersysteme 2

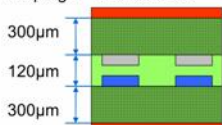
Konfektionierte Moduln vom Typ "Differential Dual Stripline".

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



Leiterbreite	Leiterabstand	Kupferdicke		
		5µm	17µm	35µm
300µm	100µm	52.4 Ω	49.3 Ω	45.6 Ω
300µm	200µm	55.8 Ω	53.1 Ω	49.9 Ω
200µm	100µm	66.4 Ω	61.8 Ω	56.4 Ω
200µm	200µm	71.9 Ω	67.8 Ω	63.1 Ω
100µm	100µm	92.3 Ω	83.8 Ω	74.6 Ω
100µm	125µm	96.1 Ω	87.9 Ω	79.0 Ω

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



Leiterbreite	Leiterabstand	Kupferdicke		
		5µm	17µm	35µm
300µm	100µm	74.1 Ω	69.3 Ω	63.8 Ω
300µm	200µm	85.9 Ω	81.2 Ω	76.8 Ω
200µm	100µm	85.7 Ω	79.4 Ω	72.2 Ω
200µm	200µm	101.3 Ω	87.5 Ω	81.3 Ω
100µm	100µm	106.5 Ω	96.7 Ω	86.0 Ω
100µm	125µm	113.4 Ω	103.8 Ω	93.2 Ω

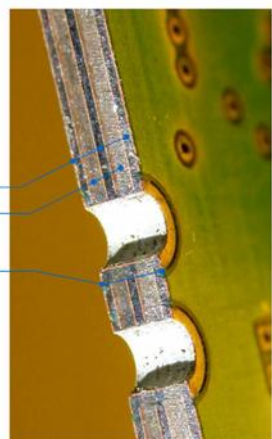
Funktionsmodule

Erforderliche Funktionsbereiche auf einer Leiterplatte aus physikalischer Sicht. Vorzudefinierende Räume innerhalb eines Lagenaufbaus für die diskrete Aufnahme von Signalen (z.B.: Differentielle Impedanzen) oder für den Einbau kapazitiver Stromversorgungssysteme.

Basismaterial : Grundbegriffe

Für die Fertigung von mehrlagigen Leiterplatten (~ Multilayern) werden Basismaterialien und Kupferfolien mit Prepregs zu einem Verbund verpresst. Dabei übernehmen die Prepregs die Funktion eines Klebers.

Prepregs
FR4-Kerne
(doppelseitig mit
Kupfer kaschiert)
Kupferfolien aussen



Begriffe

Innenlage
~ Innenlagenlaminat
~ Core (= Kern)
~ Multilayer-Innenlage
~ inner layer

Basismaterial 1

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

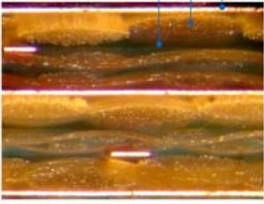
Basismaterial : Aufbau

Materialaufbau

Für die Signal- und die Stromführung werden Kupferfolien genutzt. Für die mechanische Stabilität werden Glasgewebe oder Gewebevliese eingesetzt. Gewebe und Füllstoff und/oder Bindemittel ergeben zusammen den Isolator.

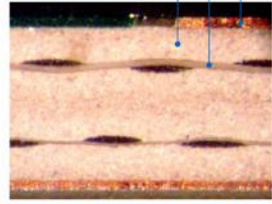
FR4

Kupferfolie
Glasgewebe
Epoxydharz



Sondermaterial

Kupferfolie
Aramidgewebe
Keramikfüllung



Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme 7

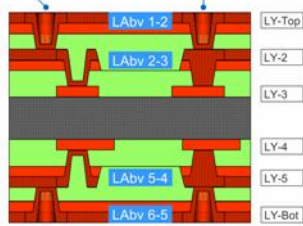
Basismaterial 2

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.

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.

2	BlindVia-Paar (LY-Top und LY-2) (LY-2 und LY-3)
X	Mittelteil
2	BlindVia-Paar (LY-4 und LY-5) (LY-5 und LY-Bot)



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 2 ... Multilayersysteme 7

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.

Bauvarianten : Starre vierlagige Multilayer

Leiterplattenproduktion

einfach schwierig

Bohrungen

NDK DK
 BV BU

Bestückungslagen

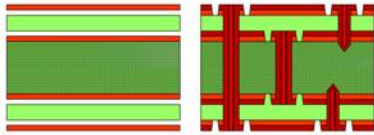
1 2
 3 4

Bauteilkomponenten

SMD THD
 Einpressen

Verbindungstechnik

Löten Bonden
 Leitkleben



Information

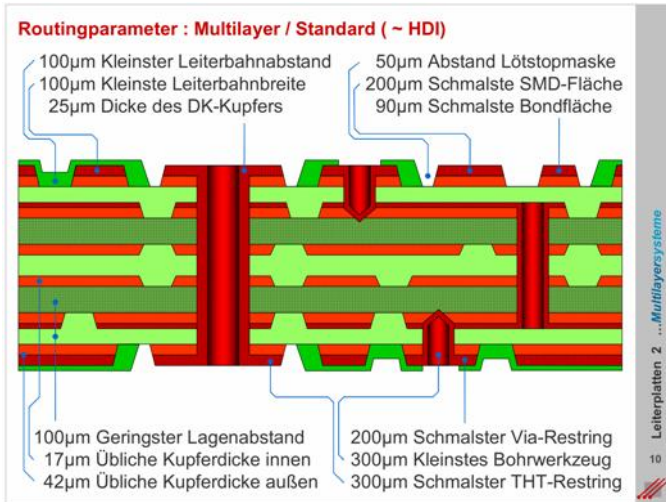
Dies ist die einfachste Bauvariante für einen Multilayer mit 4 Lagen. Alle Bohrungstypen können eingesetzt werden. Optional ist eine Bestückung auf 4 Ebenen möglich.

Anwendungen finden sich in der Industrie-elektronik, bei älteren PC-Boards, bei Grafikkarten, bei einfachen Handys, in der Avionik, im Consumer-Bereich für Audio und Video, in Digitalkameras, in Navigationsgeräten, in DECT-Telefonen und Projektoren.

Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme 7

Lagenaufbau (Theorie)

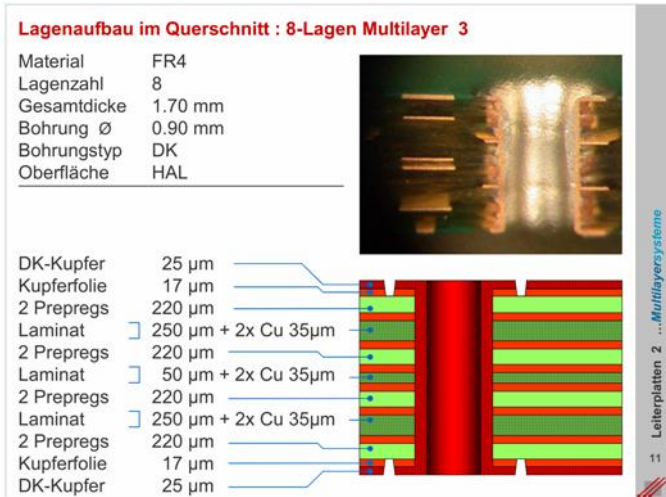
Allgemeine Strategien für den Aufbau von starren, flexiblen und starrflexiblen ein- und doppelseitigen Leiterplatten sowie Multilayern. Einordnung nach Bohrstrategien, nach Montagetechnologien und nach Bestückungsebenen.



Routingparameter

Für Baugruppen mit der Komplexität "Standard", "HDI", "MFT", "UTM" : Diverse Constraints für das Routing am CAD-System.

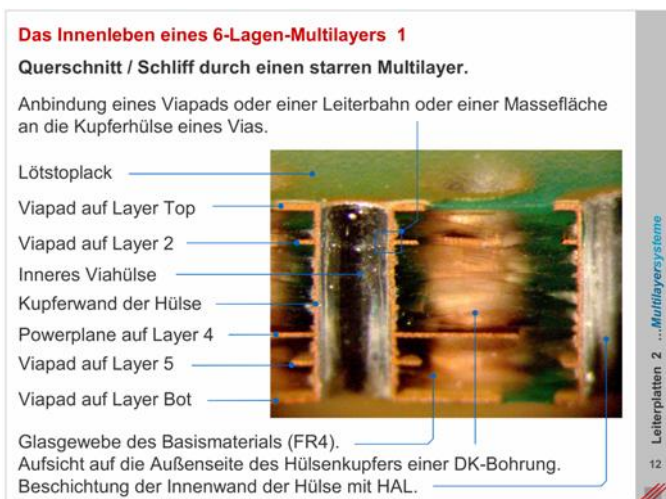
Parameter für Leiterbahnbreiten, Leiterbahnabstände, Freistellungen in der Lötstopmaske und Restringe für Vias und THT-Bohrungen.



Lagenaufbau (Praxis)

Lagenaufbauten aus der Praxis im Querschnitt. Die Zuordnung der konstruktiven Elemente Kupferfolie, Prepreg und Basismaterial zu den realen Leiterplatten.

Grafische Interpretation der eingesetzten Materialreihenfolge und der verbauten Schichtdicken.



Habitus von Multilayern

Querschnitte durch verpreßte Multilayer. Analyse der internen Struktur einer Leiterplatte bzw. eines Multilayers.

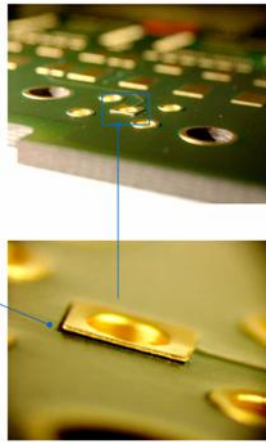
Zuordnung von Signal- und Powerplanes, Viahülsen, Kupferschichten und Basismaterialien zum Schliffbild.

Delamination : Pad-Ablösungen

Bei einer hohen thermischen Belastung des Basismaterials kann es zu einer sehr starken Ausdehnung der Leiterplatte in Z-Richtung kommen. Diese Ausdehnung geht wieder zurück, wenn die Leiterplatte abkühlt.

Reicht aber die Haftkraft zwischen der beim Verpressen aufgeklebten Kupferfolie und dem benachbarten Prepreg nicht aus, dann reißen die Pads einer THT-Bohrung im Randbereich von der Oberfläche ab. Es kommt zu einem **Anheben des Restringes** (~ Pad Lifting).

Weil die Leiterplatte zu diesem Zeitpunkt noch unbestückt ist, sind ausschließlich Belastungen des Basismaterials während der Leiterplattenfertigung Auslöser für diesen Effekt.



Leiterplatten 2 ...Multilayersysteme 13

Delamination

Beschädigungen des Materialverbundes eines Multilayers durch verschiedene technische Mängel. Ursachen für die Ablösungen von Materialschichten.

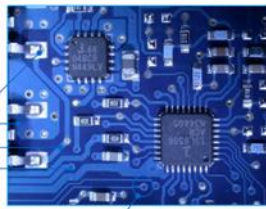
Lokale Schäden im Padbereich durch die thermische Überlastung von Basismaterialien.

Filesyntax : Extensions für Drucke (Beispiele)

Beispiel

Bestückte Baugruppe mit Viadruck und blauem Lötstopdruck.

Filename.SP-Top
 Filename.SM-Top
 Filename.LY-Top
 Filename.DRth 1-6
 Filename.VF-Top



Beispiel

Doppelseitige Leiterplatte mit Bestückungsdruck und Abziehlack.

Filename.SS-Top
 Filename.SM-Top
 Filename.LY-Top
 Filename.DRth 1-2
 Filename.PM-Top



Leiterplatten 2 ...Multilayersysteme 14

Filesyntax 1

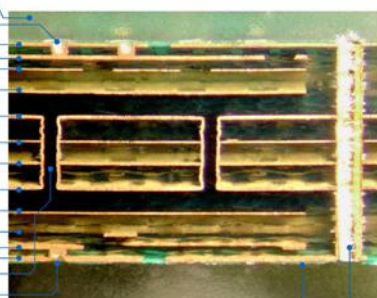
Die Formulierung von Filenamen und Fileextensions für die automatisierbare und eindeutige Kennzeichnung der Produktionsdaten für die Fertigung einer Baugruppe. Universelle Prinzipien für die systematisierte Benennung von Files auf Serversystemen.

Filesyntax : Extensions für Bohrungen + Laservias (Beispiele)

Beispiel

12-Lagen Multilayer mit durchkontaktierten Bohrungen mit BlindVias und mit BuriedVias.

Filename.SM-Top
 Filename.LAbv 1-2
 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-10
 Filename.LY-11
 Filename.LY-Bot
 Filename.DRbt 5-8
 Filename.LAbv 12-11
 Filename.SM-Bot
 Filename.DRth 1-12



Leiterplatten 2 ...Multilayersysteme 15

Filesyntax 2

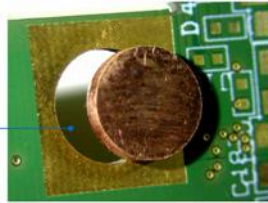
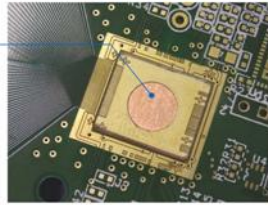
Diverse Beispiele für die Vergabe von Extensions im Umfeld einer definierten Filesyntax. Fileextensions für grafische (i.e. Leiterbild, Siebdruck) und mechanische (i.e. Bohren, Laser, Ritzen, Fräsen) Bearbeitungsschritte zur Produktion einer Leiterplatte.

Entwärmung : Kupferinlays

Vollkupfermaterial wird zur lokalen Entwärmung von Bauteilen mit hoher Verlustwärme eingesetzt.

Das Kupfer kann aber auch gebohrt und strukturiert werden, z.B. durch Schneiden eines Gewindes.

Für eine höhere Stabilität können die Kupferinlays mit der umgebenden Leiterplattenoberfläche verlötet werden und/oder mit der Endoberfläche überzogen werden.



Dokumentation (Inlays)

Position und Durchmesser der Inlays werden vom CAD-Design in einer technischen Zeichnung oder im Bohrplan dokumentiert.

Der Leiterplattenhersteller konfektioniert die Inlays und preßt sie ein.

Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme 16

Entwärmung

Möglichkeiten der Entwärmung eines Multilayersystems durch die Konstruktion von dicken Kupferlagen.

Anpressen von Metallen wie Kupfer und Aluminium. Hybride aus Metall und FR4.

Die Montage von Kupferinlays.

Allgemeine strategische Vorgaben an die Montage

Regel (Klebeoption)

Klebende Substrate können *immer* mit klebenden und nichtklebenden Substraten verbunden werden.

Nichtklebende Substrate können *niemals* mit nichtklebenden Substraten verbunden werden.

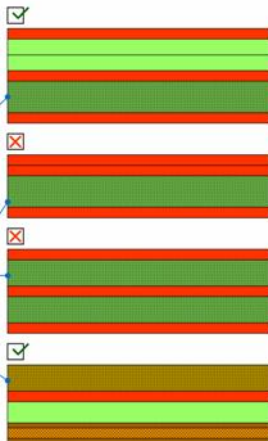
Beispiel (Klebeoption)

CuFolie • Prepreg • Prepreg • Laminat
CuFolie • CuFolie • Laminat
Laminat • Laminat
Prepreg • Bondply • Laminat

Hinweis (Klebeoption)

Klebende Substrate
Prepregs • Bondplys

Nichtklebende Substrate
Lamine • Metallbleche • Kupferfolien



Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme 17

Multilayersysteme

Bauprinzipien für die Anordnung von klebenden und nichtklebenden Substraten in einem Multilayeraufbau.

Übliche und zulässige Montage von Prepregs, Kupferfolie, Bondplys und Basislaminaten.

Innenliegende Kerne : Kontaktierungsoptionen

✓ BuriedVias

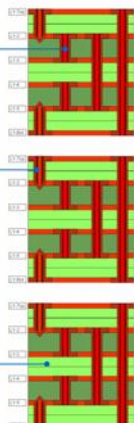
LY-2 → LY-3
LY-4 → LY-5
LY-2 → LY-3 → LY-4 → LY-5
wenn $Cu_{(LY-2)} = Cu_{(LY-5)}$

✓ BlindVias

LY-Top → LY-2
LY-Top → LY-2 → LY-3
LY-Top → LY-2 → LY-3 → LY-4
LY-Top → LY-2 → LY-3 → LY-4 → LY-5
LY-Bot → LY-5
LY-Bot → LY-5 → LY-4
LY-Bot → LY-5 → LY-4 → LY-3
LY-Bot → LY-5 → LY-4 → LY-3 → LY-2

✗ Nicht möglich

LY-3 → LY-4



Leiterplatten 2 ... Multilayersysteme 18

Kontaktierung

Strategien für das Kontaktieren der Lagen eines Multilayers unter sorgfältiger Beachtung der Vorgaben für den Lagenaufbau.

Mögliche und nichtmögliche Kontaktierungen bei sequentiell aufgebauten Multilayern sowie bei innen oder außen liegenden Kernen.

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 Tagesseminar 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 sind in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Präsenz-Seminar: 520,00 € zzgl. MwSt. pro Person. Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen, Teilnahmezertifikat, Mittagess sowie Getränke.

Online-Seminar: 480,00 € zzgl. MwSt pro Person, Enthalten sind ausführliche Seminarunterlagen und das Teilnahmezertifikat.

InHouse: Unser Seminar in Ihrem Haus

Das Seminar wird auch firmenintern referiert. Sie sparen sowohl Reise- als auch Übernachtungskosten, vor allem jedoch Zeit.

Für pauschal 2.650,00 € zzgl. MwSt. liefern wir Ihnen unseren Referenten "frei Haus". Es entstehen keine Zusatzkosten.

Online steht Ihnen unser Referent für 2.000,00 € zzgl. MwSt. zur Verfügung.

Eine individuelle Themengestaltung mit firmentypischen Schwerpunkten ist selbstverständlich möglich. Bitte stimmen Sie sich mit uns ab: inhouse@leiterplattenakademie.de

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