Designer-Tag

15. Juni 2010 Würzburg

Arnold Wiemers

LA - LeiterplattenAkademie GmbH

Anforderungen an das Design von Leiterbildstrukturen ≤ 85µm

Ergebnisse aus dem Projekt tan α_1

© ISW / Arnold Wiemers

In Zusammenarbeit mit

Leiterplatten Akademie

ISW INDIVIDUALSOFTWARE

ILFA Akademie

1. Das Projekt "Tangens Alpha"

Die *Zeiten* haben sich bereits geändert.

Jetzt sind *wir* dran.

Das Projekt "Tangens Alpha"

Die Entwicklung der elektronischen Baugruppen ist in stetem Wandel. Noch ist die HDI-Technologie der Stand der Dinge.

Der Umbruch steht allerdings bevor.

Mit der weiteren Reduzierung der Gehäuse-Abmaße und der Abstände der Löt- und Anschlußflächen zueinander ist seit dem Jahr 2007 eine Grenze überschritten worden.
Die HDI (High-Density-Interconnect-Technology) wird 2010 von der **MFT** (**M**icro**F**ineline**T**echnology) abgelöst werden.

Leiterbildstrukturen ≤ 85µm werden ab 2012 der Standard sein.

Die vorhandenen Designregeln sind oft unzutreffend und in sich schon seit einiger Zeit nicht mehr schlüssig. Die zunehmenden Probleme mit Funktionsdefiziten bei Leiterplatten und Baugruppen haben deutliche Signalwirkung.
Es ist *völlig ausgeschlossen*, den Übergang von der HDI-Technologie zur MFT mit den alten Designregeln zu schaffen.

Das Projekt "Tangens Alpha"

Die Produzierbarkeit eines MFT-Layoutes ist offensichtlich nicht mehr so zuverlässig vorhersagbar, wie man das bisher (angeblich) von HDI-Layouts kannte.
Die aktuellen Fehleranalysen zeigen deutlich, daß Lücken in der zuverlässigen theoretischen Vorhersage produzierbarer Qualitäten bestehen. Deshalb benötigen wir neue Regeln.

Die neuen Regeln müssen nachvollziehbar formuliert sein und sie müssen sich in der Praxis in ihrer Wahrheit beweisen.

Das ist nur mit einem korrekten mathematischen Modell umsetzbar, das die Qualität eines **Expertensystems** hat. Nur dann wird die zukünftige Entwicklung elektronischer Baugruppen zuverlässig sein.

"**Tangens Alpha**" ist ein Projekt der LeiterplattenAkademie GmbH.

Es ist unser Vorhaben, in den nächsten Jahren ein entsprechendes Expertensystem aufzubauen.

Das Projekt "Tangens Alpha"

Die letzten Jahre haben zu einer drastischen Reduzierung der geometrischen Dimensionen auf Leiterplatten geführt.

Wir müssen uns fragen:

In welche Richtung wird sich die Leiterplatte entwickeln?
In welche Richtung *kann* sie sich noch entwickeln?

Die Antworten finden sich …. :

Das Layout einer Leiterplatte beschreibt geometrische Strukturen. *Alle* geometrischen Strukturen nähern sich mathematisch oder physikalisch beschreibbaren Grenzen. Mehr noch: In manchen Bereichen sind die Grenzen des Möglichen bereits erreicht.

Um das zu verstehen, benötigen wir präzisere Denkmodelle, als bisher. Wir müssen zu Ergebnissen kommen, die weniger der Intuition und mehr dem mathematischen Argument geschuldet sind.

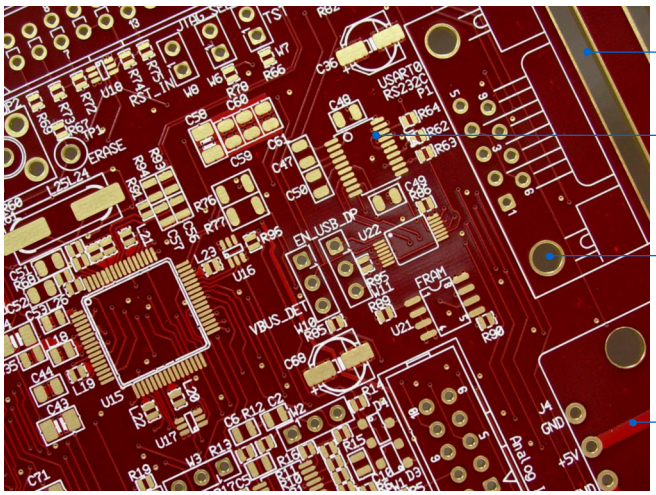
2. Geometrische Grundlagen

Allgemeine geometrische Bedingungen für CAD-Layouts, Leiterplatten und Baugruppen.

Technische Eigenschaften von Leiterbildstrukturen.

Zusammenhänge zwischen Geometrie und Funktion.

Geometrische Strukturen auf Leiterplatten



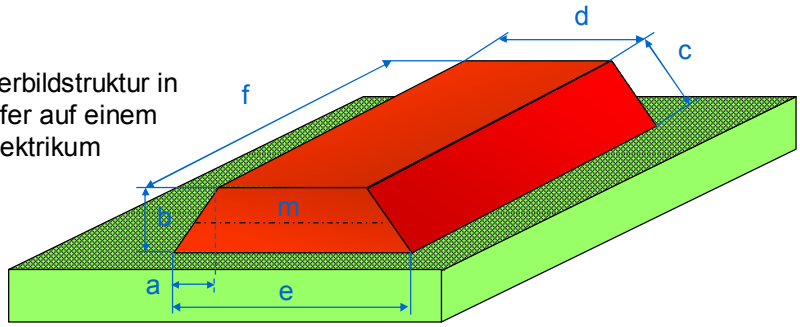
Die geometrischen Strukturen auf Leiterplatten können in die Formen "Kreis", "Kreisring", "Zylinder", "Rechteck" und "Quader" zerlegt werden. Die Kombination dieser elementaren geometrischen Formen ermöglicht es, komplexere dreidimensionale Strukturen abzubilden.

Eigenschaften von Bildstrukturen 1 (Auszug)

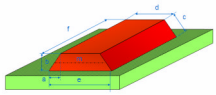
Die bisherige Bewertung einer Leiterbahn konzentriert sich oft auf die Parameter "Leiterbahnbreite" und "Kupferdicke".
Allgemein ist die "minimale Leiterbahnbreite" ein einfaches Maß für die Komplexität des CAD-Layoutes und der späteren Baugruppe.
Gleichzeitig ist sie ein **Leitwert** für die technologische Kompetenz eines Leiterplattenherstellers.

Die strategische Bewertung aller technischen Eigenschaften einer "Leiterbildstruktur" erfolgt bisher nicht mit der notwendigen Tiefe.

Leiterbildstruktur in Kupfer auf einem Dielektrikum



Eigenschaften von Bildstrukturen 2 (Auszug)

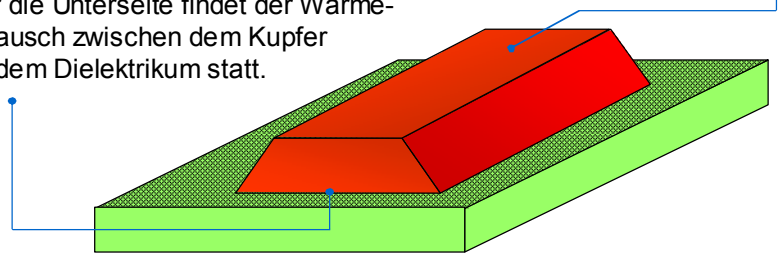


Oberseite

Die Oberseite eines SMD-Pads oder eines THT-Pads ist maßgebend für die Ausprägung des Lötmeniskus und damit für die Stabilität der Lötverbindung.
Wird auf der Oberseite gebondet, dann ist die Flächengeometrie (mit) ausschlaggebend für die Qualität der Bonds.

Unterseite

Die Unterseite einer Leiterbildstruktur definiert als Grundfläche die Haftkraft der SMD-Lötfläche/des Kupfers auf dem Dielektrikum.
Über die Unterseite findet der Wärme-austausch zwischen dem Kupfer und dem Dielektrikum statt.



3. Rückätzung + Unterätzung

Typische Querschnitte von Leiterbildern.

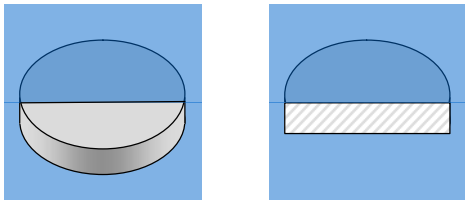
Erwartete und letztlich typische Querschnitte von Leiterbildern respektive von Bildstrukturen.

Erwartete Querschnittsprofile

Allgemein wird angenommen, daß die Querschnitte von Bildstrukturen idealerweise rechteckig sind. In der Praxis ist das jedoch nicht so.

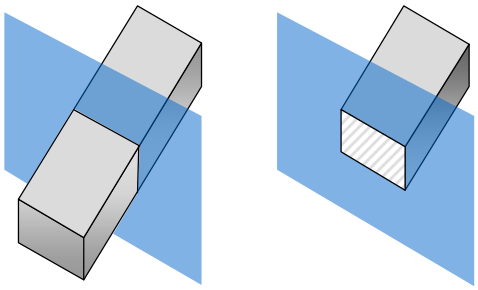
Querschnitt / Pad

Pad für Via, THT-Bauteile und BGAs



Querschnitt / Vektor

SMD-Pad oder Leiterbahn-Vektor



Erwartung und Irrtum

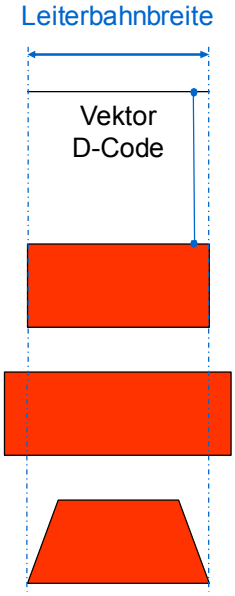
Illusionen

In der virtuellen Welt des CAD-Systems ist die Leiterbahn mit ihrer späteren Sollbreite 1-dimensional angelegt (D-Code). Ergänzt um die 1-dimensionale Vektor-Information werden die Produktionsdaten über den Postprozeß 2-dimensional exportiert.

Es wird stillschweigend unterstellt, daß auf der Leiterplatte daraus eine 3-dimensionale Rechteckstruktur wird.

In der virtuellen Welt des CAM-Systems werden die 2-dimensionalen Daten eingelesen. Die zu erwartenden Verluste an der Breite der Bildstruktur werden kompensiert.

Die reale Leiterbahn ist 3-dimensional und hat einen trapezartigen Querschnitt.



3.1 Rückätzung + Unterätzung

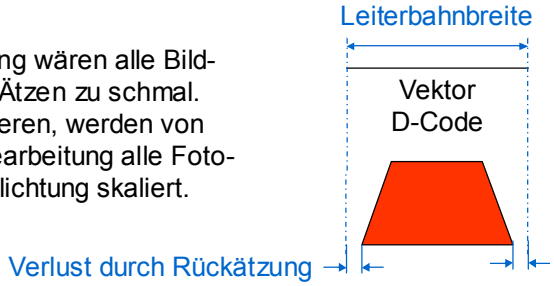
Allgemeine Informationen zum Ätzen von Bild-strukturen.

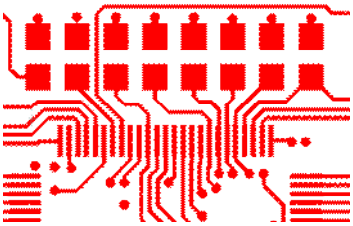
Rückätzung von Strukturen.

Rückätzung

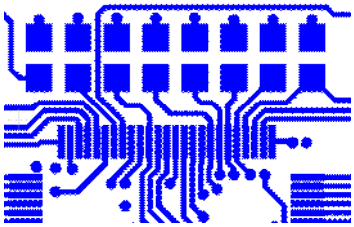
Kompensation

Wegen der Rückätzung wären alle Bild-strukturen nach dem Ätzen zu schmal. Um das zu kompensieren, werden von CAM während der Bearbeitung alle Foto-werkzeuge für die Belichtung skaliert.





Originaldaten von CAD



Kompensation von CAM

3.2 Rückätzung + Unterätzung

Allgemeine Informationen zum Ätzen.

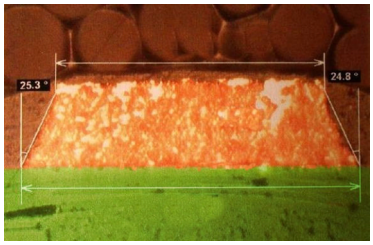
Unterätzung von Bildstrukturen. Subtraktive und semi-additive Verfahren für das Strukturieren von Leiterbild-strukturen.

Querschnittsprofile von geätzten Bildstrukturen.

Querschnittsprofil

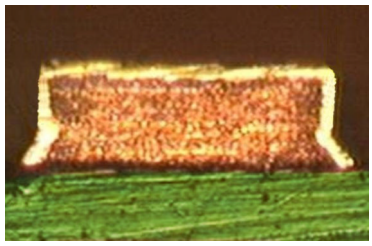
Subtraktiver Ätzprozeß

Querschnittform Trapez
Flankenwinkel α 25°



Semi-additiver Ätzprozeß

Querschnittform Trapez
Flankenwinkel α 15°



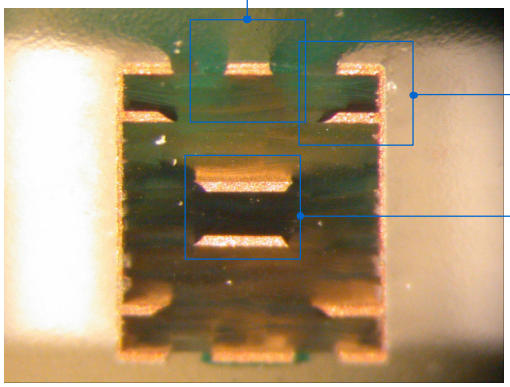
Werkbilder ILFA / Modifikation AWi

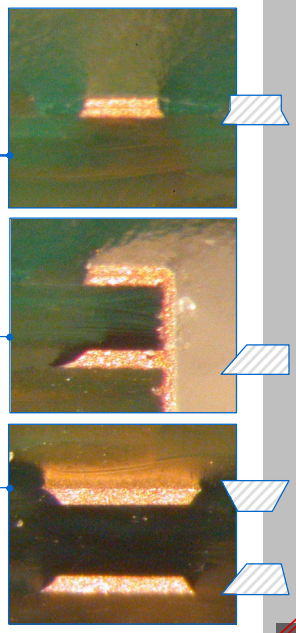
Regel

- Das Querschnittsprofil einer Leiterbahn, oder: ganz allgemein das Querschnittsprofil einer Bildstruktur, ist immer tendenziell ein Trapez.

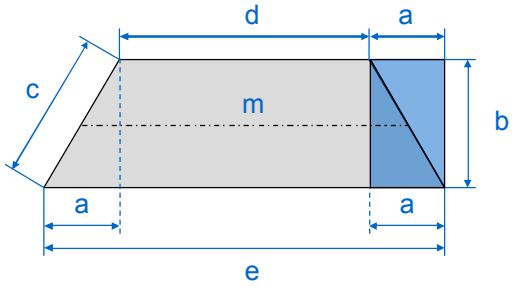
Querschnittsprofil

- Das Querschnittsprofil einer Leiterbahn auf einer kontaktierten Lage ist anders, als das Querschnittsprofil einer Leiterbahn auf einer nicht kontaktierten Lage.
- Die Winkel auf der rechten und der linken Ätzflanke einer Leiterbildstruktur sind nicht identisch.





Querschnittsprofil: Trapez (gleichschenklig)



Trapez

- Umfang $= d + e + 2c$
- Fläche $= b \cdot (a + d)$

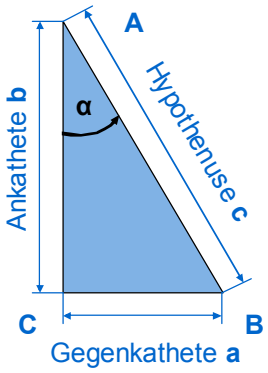
  oder

  Fläche $= b \cdot 0.5 \cdot (d + e)$

  oder

  Fläche $= b \cdot m$
- Mittellinie $m = 0.5 \cdot (d + e)$
- Weglänge a $a = 0.5 \cdot (e - d)$
- Weglänge e $e = d + 2 \cdot a$
- Weglänge c $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Querschnittsprofil: Trigonometrie und Tangens Alpha

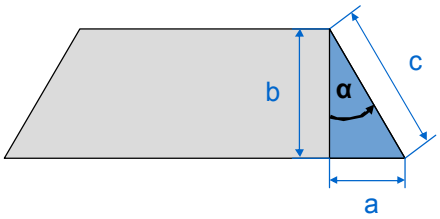


Die Längen für a, b und c sind nicht ohne weiteres ermittelbar. Die Dokumentation der CAD-Daten gibt dazu keine Auskunft.

Eine Beziehung zwischen diesen Größen kann über die **trigonometrische Definition** des Tanges beschrieben werden.

Allgemein gilt :

- $\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$
- Gegenkathete = Ankathete • tan α
  $a = b \cdot \tan \alpha$

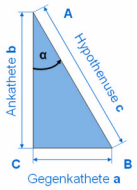


Alpha "α" ist der Winkel zwischen der Flanke "c" der Bildstruktur und der Kupferdicke "b".

Tangens Alpha: Werte 1

Beispiel

Bei einem Winkel von 35° und einer Kupferdicke von 9µm ist die Bildstruktur an der Basis 12.6µm breiter als auf der Oberseite.



Tangens	Gegenkathete Ankathete 9 µm		Gegenkathete Ankathete 17 µm	
tan 0° = 0	0 µm	0µm	0 µm	0 µm
tan 15° ≈ 0.2679	2.4 µm	4.8 µm	4.6 µm	9.1 µm
tan 20° ≈ 0.3640	3.3 µm	6.6 µm	6.2 µm	12.4 µm
tan 25° ≈ 0.4663	4.2 µm	8.4 µm	7.9 µm	15.9 µm
tan 30° ≈ 0.5774	5.2 µm	10.4 µm	9.8 µm	19.6 µm
tan 35° ≈ 0.7002	6.3 µm	12.6 µm	11.9 µm	23.8 µm
tan 40° ≈ 0.8391	7.6 µm	15.1 µm	14.3 µm	28.5 µm
tan 45° = 1.0000	9.0 µm	18.0 µm	17.0 µm	34.0 µm
tan 60° ≈ 1.7321	15.6 µm	31.2 µm	29.5 µm	58.9 µm
tan 70° ≈ 2.7475	24.7 µm	49.5 µm	46.7 µm	93.4 µm

Ätzfuß

Regel

Mit dem Tangens des Winkels **α** wird ein mathematisch beschreibbarer Zusammenhang zwischen dem Ätzfuß und der Kupferdicke formuliert.

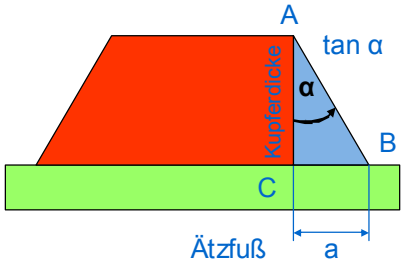
- Ätzfuß = Kupferdicke • tan α

Die Kupferdicke ist genau oder innerhalb eines Intervalls bekannt.
Der Tangens ist eine prozeßbezogene Größe und ist ebenfalls genau oder innerhalb eines Intervalls bekannt.
Mit der o.a. Regeln kann deshalb der Ätzfuß genau oder innerhalb eines Intervalls berechnet werden.

Regel

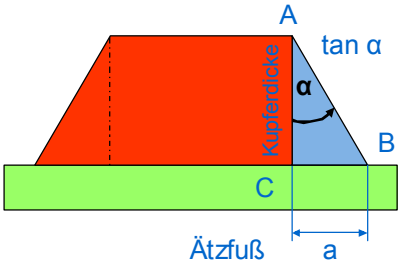
Aus der Formel läßt sich zudem herauslesen:

- Der Ätzfuß ist direkt und *ausschließlich* von der Kupferdicke abhängig.



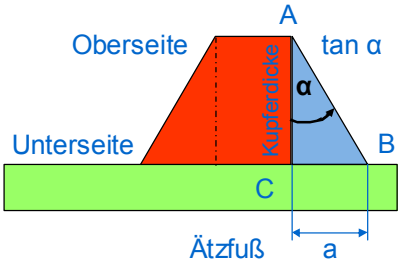
Ätzfuß

Weil der Ätzfuß ausschließlich von der Kupferdicke abhängig ist, führt eine Reduzierung der Leiterbahnbreite *nicht* zu Veränderungen des Ätzwinkels.



Wenn die Leiterbahn schmaler wird, dann ändert sich für Layouts in MFT- oder UFT-Technologie das Aspect-Ratio zwischen Oberseite und Unterseite.

Das ist von Bedeutung, wenn die Oberfläche die Funktion einer Lötfläche bekommt.
Die erforderliche Kompensation muß dann zwangsläufig über die Bibliothek des CAD-Systems erfolgen und/oder Teil der Design-Rule-Vorgaben sein.



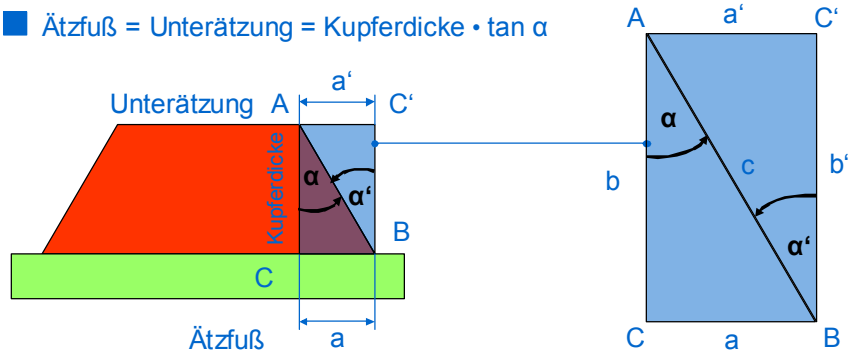
Ätzfuß und Unterätzung

Das Dreieck Δ ABC legt den Zusammenhang zwischen der Kupferdicke und dem Ätzfuß fest. Das Dreieck Δ ABC‘ ist kongruent zu dem Dreieck Δ ABC. Deshalb ist der Winkel **α** identisch mit dem Winkel **α‘**.

Ist **α** = **α‘,** dann ist die Weglänge „a‘ = AC‘ = Unterätzung“ identisch mit der Weglänge "a = CB = Ätzfuß". Also kann auch die Unterätzung mit dem Tangens von Alpha beschrieben werden.

Regel

- Ätzfuß = Unterätzung = Kupferdicke • tan α



3.3 Rückätzung + Unterätzung

Ergebnisse und Schlußfolgerungen für das CAD-Layout.

Notwendige Verknüpfungen zur CAD-Bibliothek bei exklusiven Verbindungsstrategien.

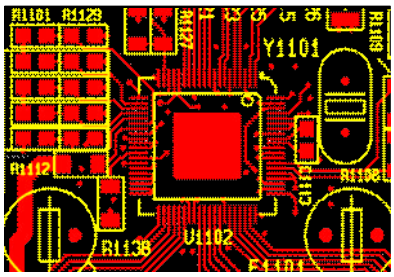
Reduzierung der Lötflächen durch Unterätzung

Regel

- Es gibt *immer* eine Unterätzung der Leiterbildstruktur.

CAD-Systeme bilden das spätere Layout 2-dimensional ab und kennen keine Unterätzung. Alle Leiterbildstrukturen sind aber ihrer Natur gemäß 3-dimensional.

Weil die Unterseite die Referenz für die Sollbreite einer Bildstruktur sein muß, ergibt sich, daß die Breite einer Bildstruktur auf ihrer Oberfläche *niemals* identisch ist mit der deklarierten Breite der originären Vektorstruktur in einem CAD-System.



Regel

- Der Durchmesser einer Lötfläche ist in der Praxis *immer* um den Betrag der Unterätzung kleiner, als vom CAD-System vorgegeben.

Einbindung der Unterätzung in die CAD-Bibliotheksdefinitionen

Aufgabe

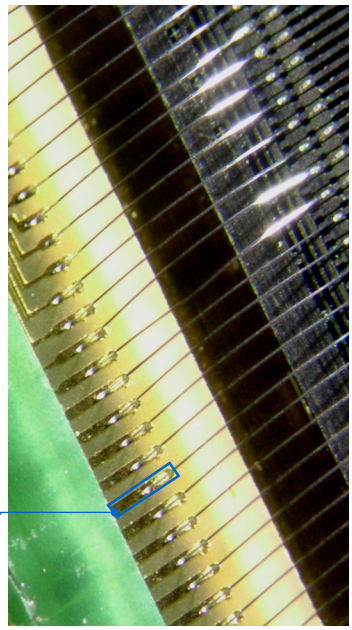
Eine Bondfläche soll auf der Oberfläche eine Breite von mindestens 70µm haben.

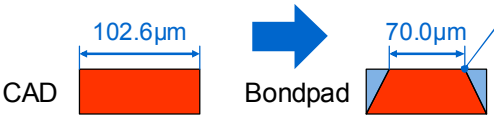
Vorgaben

Die Kupferdicke beträgt 35µm.
Der Ätzwinkel liegt bei 25°.

Lösung

Bedingt durch die Rückätzung beträgt bei diesen Vorgaben die Reduzierung der Padbreite 32.6µm.
In der Bibliothek des CAD-Systems muß dann das Bondpad mit einer Breite von 70µm + 32.6µm = 102.6 µm angelegt werden.

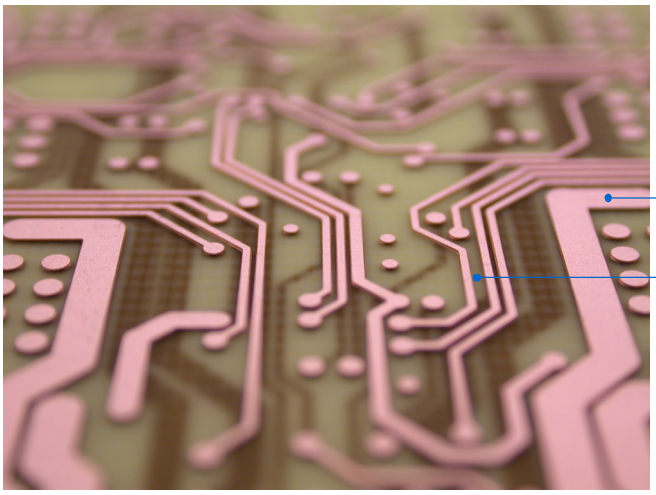




4. Leiterbahnabstände

Die Grenzen für die Reduzierung von Abständen zwischen Bildstrukturen.

Leiterbahnabstände



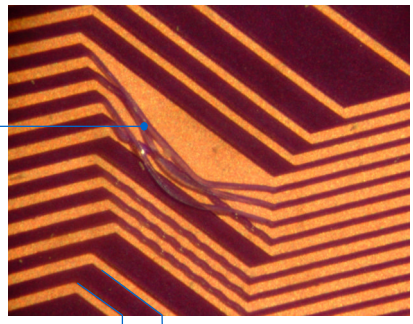
Die Breite einer Leiterbahn

Der Abstand zwischen benachbarten Leiterbahnen

Neben der Leiterbahnbreite ist der Leiterbahnabstand die bestimmende geometrische Größe für das erfolgreiche Routing eines CAD-Layouts. Die Reduzierung des Abstands zwischen benachbarten Bildstrukturen ist für jede Leiterplattenproduktion eine Herausforderung.

Fotolaminat

Reicht die Haftkraft des Laminates nicht aus, dann löst sich das Fotolaminat von der Oberfläche.
Die abzudeckenden Strukturen liegen dann teilweise oder ganz frei.
Es kommt zu Beeinträchtigungen der benachbarten Bilder.
Wird dieser Fehler nicht erkannt, dann ergeben sich großflächige Unterbrechungen und Kurzschlüsse.



Breite der Grundfläche des Laminates

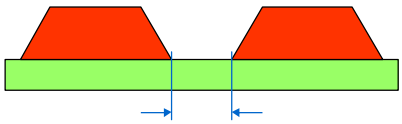
Die minimal prozessierbare Strukturbreite eines Fotolaminates hängt vom Laminattyp und von der Laminatqualität ab.

Referenzbreiten:	75µm	Das ist die Standardbereich
	50µm	Das ist der Extrembereich
	45µm	Das ist der Grenzbereich

Leiterbahnabstand

Definition

Der Abstand benachbarter Bildstrukturen wird an der Kupferbasis auf der Höhe des Dielektrikums gemessen.



Leiterbahnabstand

Der minimale Abstand zwischen benachbarten Bildstrukturen ergibt sich aus der prozessierbaren Strukturbreite des Fotolaminates plus der kupferdickenabhängigen Blendenkompensation (= 0.7-fache CuDicke).

- $\text{Leiterbahnabstand}_{(min)} = \text{Referenzbreite}_{(Fotolaminat)} + (0.7 \cdot \text{Kupferdicke})$

Fotolaminat	12µm Cu	17µm Cu	35µm Cu
$\text{Standardbereich}_{(75\mu m)}$	83.4µm	86.9µm	99.5µm
$\text{Extrembereich}_{(50\mu m)}$	58.4µm	61.9µm	75.5µm
$\text{Grenzbereich}_{(45\mu m)}$	53.4µm	56.9µm	69.5µm

Minimaler Leiterbahnabstand und minimale Leiterbahnbreite

Beispiel 1 Fotolaminat im Standardbereich und 17µm Basiskupfer.

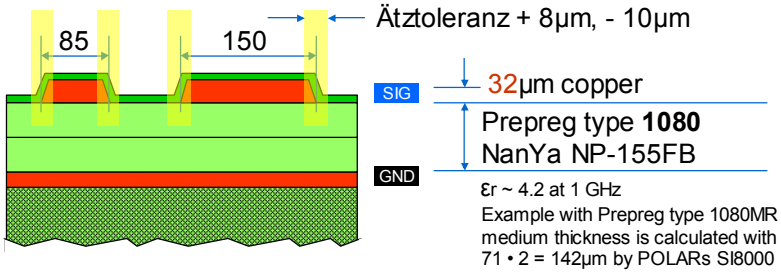
Bei Anwendung eines Fotolaminates im Standardbereich ist der minimale Abstand zwischen benachbarten Leiterbahnen 86.9µm an der Basis der Leiterbahn auf Höhe des Dielektrikums.
Die minimale Leiterbahnbreite beträgt an der Leiterbahnbasis nach bisherigen Erfahrungswerten zirka 85µm auf nichtkontaktierten Lagen. Damit sind inzwischen die Grenzen der klassischen Technologie für die Strukturierung von Leiterbahnen erreicht.

Beispiel 2 Fotolaminat im Extrembereich und 12µm Basiskupfer.

Wenn die Leiterbahnbreite von 85µm zuverlässig unterschritten werden soll, dann müssen die minimale prozessierbare Breite des Fotolaminates und die zu strukturierende Kupferschichtdicke reduziert werden. Dementsprechend liegt die nächste Grenze für den Abstand benachbarter Leiterbahnen beim Einsatz eines Fotolaminates mit einem minimalen Abstand von 50µm und einer Kupferdicke von 12µm bei 58.4µm. Die minimale Leiterbahnbreite liegt dann bei zirka 55µm auf nicht kontaktierten Lagen.

Toleranz physikalischer Eigenschaften

Die Ätztoleranz ist nicht von der Leiterbahnbreite abhängig. Deshalb wirkt sich die *gleiche* geometrische Abweichung auf die physikalischen Eigenschaften schmaler Leiterbahnen intensiver aus, als auf breite.



Impedanzabweichung (85 ± 0 = 74.8 Ohm, 150 ± 0 = 61.0 Ohm)

Toleranz	Leiterbahnbreite	Impedanz	Differenz
+ 8µm	93µm	72.7 Ohm	- 2.1 Ohm
- 10µm	75µm	77.7 Ohm	+ 2.9 Ohm
+ 8µm	158µm	59.7 Ohm	- 1.3 Ohm
- 10µm	140µm	62.8 Ohm	+ 1.8 Ohm

5. Vias und THTs

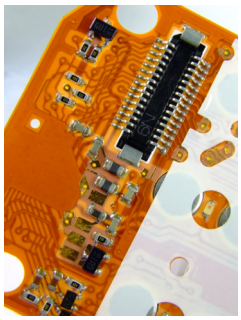
Mindestdurchmesser für Via- und THT-Pads.
Pauschale Toleranzen für die Passung von Bohrungen zum Leiterbild.

Definition des Toleranzraumes.

Mittenabstände von Bohrungen.

Toleranz zwischen Leiterbild und Mechanik

An Leiterplatten müssen immer auch mechanische Arbeiten durchgeführt werden, vornehmlich wird gebohrt und/oder gefräst. Die Fertigung komplexer Produkte, z.B. starrflexibler Leiterplatten, erfordert oft mehr als hundert Arbeitsgänge.
Die Passung zwischen den mechanischen und den bildlichen Strukturen wird durch die Toleranzen bei der Durchführung der jeweiligen Arbeitsgänge bestimmt.



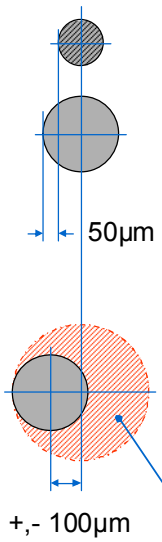
Starken Einfluß auf die Gesamttoleranz haben:

- Das Registrieren von Leiterbild zu Leiterbild
- Das Stanzen von Innenlagen bei Multilayern
- Das Registrieren der Laminate im Preßwerkzeug
- Materialverzüge beim Verpressen von Multilayern
- Das Paketieren, die Stiftaufnahme und das Bohren
- Die Registrierung des Leiterbildes zum Bohrbild

Regel

- Die Standardtoleranz zwischen Mechanik und Leiterbild beträgt für einen Zuschnitt von 460 x 610mm in Summe +,- 100µm.

Paßtoleranz, Bohrwerkzeug und Toleranzraum



CAD gibt einen Enddurchmesser vor.

Der Leiterplattenhersteller wählt eine Zugabe auf das passende Bohrwerkzeug (BWzg) nach der Regel:

BWzg = Enddurchmesser + 100µm Zugabe

Dieses Bohrwerkzeug ist umlaufend 50µm größer, als der vorgegebene Enddurchmesser.

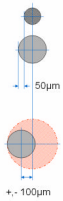
Bedingt durch die allgemeine Toleranz von +,- 100µm kann die Bohrung zum Pad auf der fertigen Leiterplatte um 100µm von der Sollposition verschoben sein.

Die Bohrung wird sich dann innerhalb eines Toleranzraumes wiederfinden, für dessen Durchmesser gilt:

Regel

- Toleranzraum = Enddurchmesser + 100µm Zugabe + 2 • 100µm Toleranz

Minimaler Paddurchmesser + Restring



Wenn der Toleranzraum wie eine Kupferfläche bewertet werden muß, dann kann er auch mit einer Kupferfläche belegt werden. Weil der Toleranzraum immer ein Kreis ist, hat die Kupferfläche die Form eines runden Pads.
Weil der Toleranzraum den minimalen Raum beschreibt, der gesperrt werden muß, definiert das substituierende Pad das minimal mögliche/sinnvolle Pad zu der zugehörigen Bohrung.
Aus dieser Definition lassen sich der minimale Paddurchmesser und der minimale umlaufende Restring ableiten.

Definition

Der Toleranzraum beschreibt die Geometrie des minimal sinnvollen Pads zu einer beliebigen dk/ndk-Bohrung.

Regel

- $\text{Paddurchmesser}_{(min)}$ = Toleranzraum = Enddurchmesser + 300µm

Regel

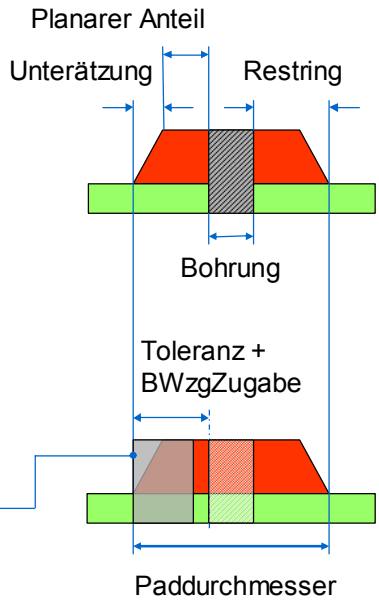
- $\text{Restring}_{(min)}$ = 0.5 • ($\text{Paddurchmesser}_{(min)}$ - Enddurchmesser) = 150ym

Padgeometrie und Bohrung

Per Definition wird der Paddurchmesser an der Pad-Unterseite im Bereich des Dielektrikums bestimmt.
Bedingt durch die Rück- und Unterätzung ist das Querschnittsprofil des Pads trapezartig. Für die Oberseite des Pads sind daher mit dem Begriff des "Restringes" die körperlich nicht mehr vorhandene Unterätzung und der noch vorhandene planare Anteil des Pads zusammengefaßt.

Weil der minimale Paddurchmesser den Toleranzraum des zugehörigen Vias beschreibt, würde die Viahülse bei Ausnutzung der vollständigen Toleranz teilweise offenliegen.

Die Unterätzung muß deshalb Teil des genaueren Kalküls sein.



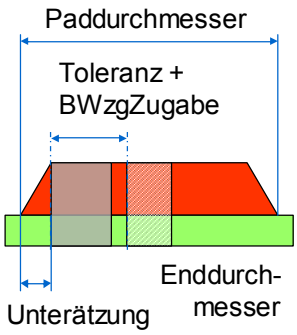
Paddefinition

Mit der Einbeziehung der Unterätzung in die Berechnung eines ViaPads oder eines THT-Pads ist der zugehörige Paddurchmesser berechenbar.

Regel

- $Pad_{(min)}$ = Enddurchmesser + 2 • ($Restring_{(min)}$ + Unterätzung)
  = Enddurchmesser + BWzgZugabe + 2 • Toleranz + 2 • (Kupferdicke • tan α)

Weil der Paddurchmesser von der Kupferdicke abhängt, müssen die Pad-Stacks in den CAD-Bibliotheken dynamisch sein.
Für einen individuellen Multilayer-Aufbau mit individuell verteilten Kupferschichtdicken müssen die Pad-Stacks individuell anpaßbar sein, *wenn* das Routing einen minimalen Abstand erfordert.
Alternativ können sich die Paddurchmesser auch an der dicksten Kupferschicht eines Multilayers orientieren.



Durchmesser für ViaPads

Beispiel

Vorgaben für ein ViaPad können sein:

200µm ist der Enddurchmesser des Vias nach CAD-Vorgabe
100µm ist die Zugabe auf das Bohrwerkzeug
100µm ist die Positionierungstoleranz zwischen Mechanik und Bild
35µm ist die Kupferdicke
25° ist der Winkel der Ätzflanke (tan 25° ≈ 0.4663)

Dann ist der minimale ViaPaddurchmesser :

$Pad_{(min)}$ = 200µm + 100µm + 2 • 100µm + 2 • 35µm • 0.4663
= 532.6µm

Für eine Kupferdicke von 105µm ist der minimale ViaPaddurchmesser :

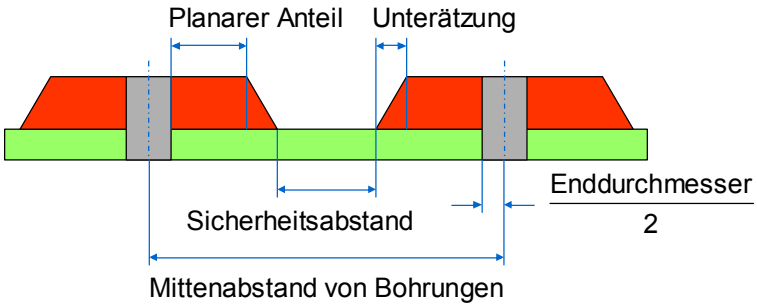
$Pad_{(min)}$ = 200µm + 100µm + 2 • 100µm + 2 • 105µm • 0.4663
= 597.9µm

Mittenabstand zwischen Bohrungen

Regel

- $Mittenabstand_{(THT)}$ = Sicherheitsabstand + Enddurchmesser + 2 • Planarer Anteil + 2 • (Kupferdicke • tan α)

  Nebenbedingung : Planarer Anteil ≥ |Toleranz|

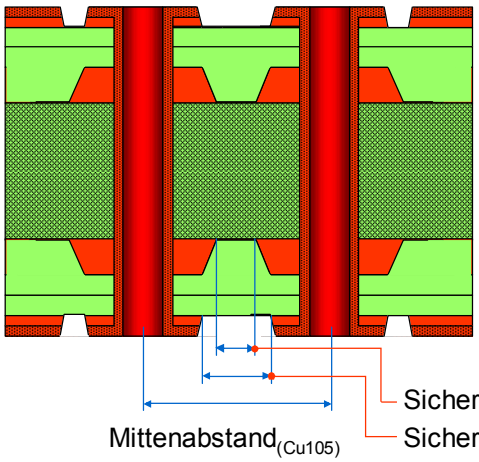


Der Mittenabstand benachbarter DK-Bohrungen ist abhängig von der Kupferdicke auf der betreffenden Lage einer Leiterplatte.

Abstand zwischen THT-Bohrungen

Regel

- Sind die Kupferdicken auf den Lagen einer Leiterplatten unterschiedlich, dann bestimmt die Lage mit der dicksten Kupferschicht den minimalen Mittenabstand benachbarter Durchgangsbohrungen.



6. Fazit

Fazit 1

Tangens Alpha ist ein Leitwert, eine Kennziffer, die das Leistungsportfolio eines Leiterplattenherstellers beschreibt.

Es ergibt sich, daß die Regelvorgaben für Layouts, Leiterplatten und Baugruppen mit Strukturen unter 75µm (= UFT) vollständig erarbeitet, überarbeitet und vervollständigt werden müssen.

Abweichungen, Toleranzen und Schätzungen mit Werten von wenigen Mikrometern bekommen Gewicht. Um diese Ungenauigkeiten in den Griff zu bekommen, sind detaillierte Berechnungsansätze erforderlich.

Für viele Produktionsprozesse gibt es keine zuverlässigen, sondern nur innerhalb eines breiten Intervalles schwankende Kenngrößen.
Es gibt definitiv grundlegenden Forschungsbedarf hinsichtlich diverser geometrischer Eigenschaften von Leiterplatten.

Insbesondere sind die Geometrien geätzter Strukturen ein Wagnis. Grundsätzlich ist der Einfluß des Ätzens auf UFT-Layouts und Leiterplatten so groß und so wenig eng toleriert kontrollierbar, daß das subtraktive Prozessieren von Leiterbildstrukturen mittelfristig nicht mehr zum Erfolg führen wird. Künftig sind hier additive Verfahren gefragt.

Fazit 2

Tangens Alpha beweist, daß die Designregeln, unabhängig von den Anforderungen an das Produkt, i.e. die Baugruppe, deutlich abhängig sind vom jeweiligen Hersteller und von der von ihm eingesetzten Prozeßtechnik.

Daraus ergeben sich völlig neue Anforderungen an die Dokumentation. Um die Vorabeinschätzung, die Reproduzierbarkeit und die Nachverfolgbarkeit sicherstellen zu können, müssen die Prozeßparameter für die Fertigung von Leiterplatten Teilbestand der Dokumentation zu einer Leiterplatte/Baugruppe werden.

Erforderlich ist die Dokumentation des Aufbaus einer Leiterplatte, zum Beispiel in Form eines Bauplans. Die fortschreitende Diversifikation von Basismaterialien läßt das bereits für ein- und doppelseitige Leiterplatten sinnvoll erscheinen.
Aus der künftigen Dokumentation müssen Parameter wie Gewicht, Wärmekapazität, Strombelastbarkeit, Kupfervolumen u.ä. hervorgehen, damit die beteiligten Partner, das ist der Konstrukteur/Layouter auf der einen Seite und der Baugruppenproduzent/Einkäufer auf der anderen Seite, für ihre Arbeit die erforderlichen Informationen erhalten.

Fazit 3

Tangens Alpha zeigt, daß viele technische und physikalische Eigenschaften von den individuellen Eigenschaften der Lagen einer Leiterplatte abhängig sind, insbesondere ist dies für die Kupferdicke nachgewiesen.

Das hat weitreichende Konsequenzen. Damit ist bewiesen, daß die virtuelle Überprüfung eines Layoutes durch den sogenannten DRC, sowohl auf der CAD-Seite als auch auf der CAM-Seite, völlig absurd ist, wenn der DRC nicht individualisiert auf einer dezidierten Lagenspezifikation aufsetzten kann.

In Gegenrichtung gedacht wird klar, daß nicht mehr das CAD-System allein die Produkteigenschaften über die Routingparameter vorgibt. Erfolgreich wird bereits heute nur noch konstruieren können, wer die Materialeigenschaften, den Lagenaufbau und die Verfahrenstechnik mit in seine Planung einbezieht. Damit aber bestimmt die Leiterplatte die Parameter für das Routing mit, und die künftige Aufgabenstellung ist, Schnittstellen für den Import in CAD-Systeme zu schaffen.

Wir brauchen Interaktion und Kommunikation. Und Schulung.

Danke.

Bitte beachten Sie den Hinweis :

Alle Angaben sind ohne Gewähr.

Quellen + Referenzen

Volker Klafki
Nan Ya-Basismaterialien
TECHNOLAM GmbH
Luxemburger Straße 9
D-53842 Troisdorf

Rainer Taube
TAUBE ELECTRONIC
Nostizstrasse 30
D-10965 Berlin

ILFA GmbH
Lohweg 3
D-30559 Hannover

Hermann Reischer
POLAR Instruments
Aichereben 16
A-4865 Nußdorf

Alle Grafiken & Bilder soweit nicht anders bezeichnet : ISW / Arnold Wiemers

LeiterplattenAkademie

Copyright 2010 ISW / Arnold Wiemers

Geschäftsführerin

Frau Kathrin Fechner

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