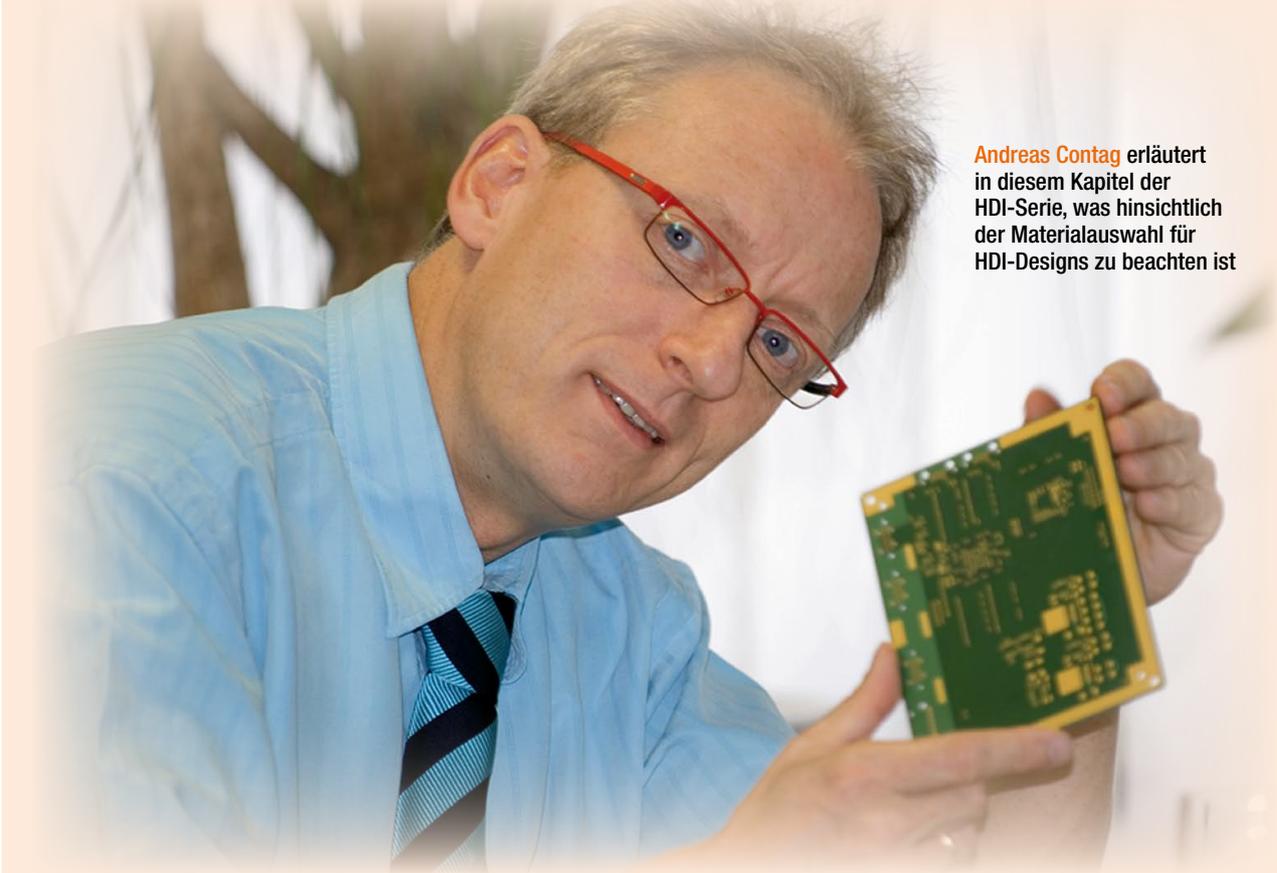


Tipp für Leiterplattendesigner – HDI-/Mikrovia-Serie Teil 13



Andreas Contag erläutert in diesem Kapitel der HDI-Serie, was hinsichtlich der Materialauswahl für HDI-Designs zu beachten ist

## Fertigungsgerechtes Layout für HDI-Leiterplatten

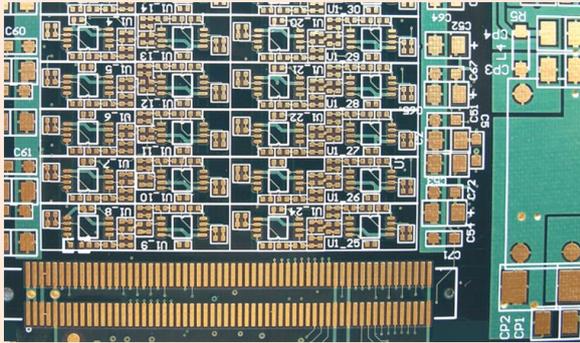
**So unterschiedlich wie die Anwendungen sind auch die Anforderungen an die Substratmaterialien der Leiterplatte. Dies gilt insbesondere für HDI-Leiterplatten mit ihren höheren Genauigkeitsanforderungen. Worum es bei der Materialauswahl geht und worauf beim Laminat zu achten ist, erläutert Andreas Contag, Gründer und geschäftsführender Gesellschafter des Berliner Leiterplattenherstellers CONTAG.**

Entscheidend für die Materialauswahl sind die geforderten Eigenschaften. Diese lassen sich in die Hauptgruppen mechanische, elektrische und thermische Eigenschaften einteilen. Dabei sind die internationalen Normen (Bild 1) einzuhalten. Selbstverständlich entsprechen alle von CONTAG eingesetzten Materialien diesen Normen im aktuellen Stand. Bei HDI-Leiterplatten sind von den elektrischen Eigenschaften primär Dielektrizitätskonstante und Verlustwinkel von Bedeutung, da sie die Impedanz und das Verhalten bei höheren Frequenzen entscheidend prägen. Die Werte werden daher auf bestimmte Frequenzen bezogen angegeben. Wichtige mechanische Kenngrößen sind Haftfestigkeit der Kupferfolien, Biege- und Bruchfestigkeit, Dichte (Gewicht!) sowie die Elastizität der Laminat. Je nach Anwendung und Lagerungs- und Weiterverarbeitungsanforderungen spielt auch noch die Wasseraufnahme und eine damit verbundene Ausdehnung oder Schrumpfung eine Rolle.

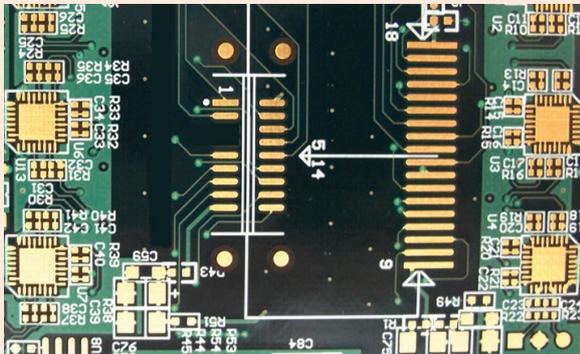
Von besonderer Bedeutung für die HDI-Technologie mit ihren feinen Strukturweiten sind die thermischen Eigenschaften der Leiterplattengrundmaterialien; verschärft hauptsächlich durch die höheren Temperaturen aktueller Bleifrei-Lote und der dadurch verbundenen Gefahr von Hülsenrissen (Barrel Cracking, Corner Cracking) oder Abheben von Lötäugen. Im Einzelnen ist dabei nicht nur die Glasübergangstemperatur  $T_g$  zu beachten, sondern vor allem die Delaminationszeit bei 260 und 288 °C, das Ausdehnungsverhalten CTE (in x-, y- und z-Richtung) und die Beständigkeit in thermischen Zyklentests. Besonderes Augenmerk ist bei HDI-Schaltungen auch noch auf die Gehäusematerialien der Bauelemente zu richten. Speziell bei großen BGA- und PLCC-Gehäusen aus Keramik

Material	Norm
Basismaterial für starre Leiterplatten, 1- und 2-seitig, Multilayer	IPC-4101
Basismaterial für HF-Anwendungen	IPC-4103
Kupferkaschierte Folien für flexible Leiterplatten	IPC-4204
Flexible Kleberbeschichtete Folien für flexible Leiterplatten	IPC-4203

■ Bild 1: Normen für Leiterplatten-Basismaterialien Quelle: CONTAG



■ Bild 2a: Beispiel für in Standard-FR4 realisierte HDI-Leiterplatte mit Mikrovias



■ Bild 2b: Das Basismaterial FR4 ist aus Kostengesichtspunkten derzeit die beste Wahl für HDI-Leiterplatten

oder auch Plastik mit ihren oft weit über tausend Anschlüssen in feinstem Raster sollten die CTE-Werte für x- und y-Richtung nicht nur absolut möglichst gering sein, sondern auch möglichst ähnlich dem Ausdehnungsverhalten dieser großen Bauelemente. Einen Überblick über typische Materialien zeigt Bild 3. Handelt es sich nicht um ausgesprochene Hochfrequenz- (Frequenzen von einigen Gigahertz) oder Hochtemperatur- (Einsatztemperaturen von bis zu deutlich über 100 °C) Anwendungen, so sind die verschiedenen FR4-Varianten auch unter Kostengesichtspunkten derzeit die beste Lösung für HDI-Leiterplatten (Bilder 2 und 4).

## Auf den Aufbau kommt es an – kompetente Beratung zwingend nötig

Für spezielle impedanzkritische oder hochfrequente Anwendungen können Hightech-Materialien wie Teflon und Polyimide (PI) eine sinnvolle Alternative darstellen; aus Kostengründen wird der Anwender dabei meist Verbund- bzw. Hybridsysteme mit FR4 wählen. Hierbei ist einschlägige Erfahrung beim Leiterplattenhersteller und eine ausführliche und kompetente Beratung des Anwenders zwingend erforderlich, da die Thematik sehr komplex ist. Ist eine Entscheidung für das Grundmaterial getroffen, dann gibt es meist mehrere Varianten zur Realisierung. Ideal ist es, wenn der Entwickler unter Berücksichtigung ►

Materialgruppe	T <sub>g</sub>	CTE	ε <sub>r</sub> (1 MHz/ 1 GHz/ 10 GHz)	Spannungsfestigkeit	Oberflächenwiderstand	Kriechstromfestigkeit CTI	Wasseraufnahme	Cu-Haftung
	°C	ppm/K	ε <sub>r</sub>	kV/m	MΩ	V	%	N/mm
Standard FR4	125 bis 140 °C	<70	4,7/4,3/ -	50	10e7	>200	0,06	1,5
Modifizierte FR4	135 bis 180 °C	<55	4,6/4,2/ -	45	10e7	>200	0,06	1,5
Halogenfrei FR4	150 bis 170 °C	<40	5,0/4,8/4,6	50	10e8	>500	0,06	1,5
BT-Epoxy	ca. 200 °C	<40	4,4/4,1/ -	70	10e8	>200	0,05	1,6
CT-Epoxy	ca. 250 °C	<25	3,9/3,7/3,5	65	10e7	>200	0,05	1,6
Polyimid	220 bis 260 °C	<55	4,0/3,8/3,8	45	10e8	>100	0,3	1
PTFE (rein)	200 bis 230 °C	<70	2,6/2,4/2,2	45	10e7	>600	0,04	1,3
RO3000	k.A.	<40	3,0/2,8/2,6	30	10e7	>600	0,1	2,5
RO4000	ca. 280°C	<45	3,3/3,0/2,8	30	10e9	>600	0,04	1

**Bild 2:**  
Eigenschaften einiger  
ausgewählter  
typischer  
Materialgruppen  
Quelle: CONTAG

Anwendung	Bezeichnung	Verstärkung	Harz	Bemerkung	Beispiele	Kostenfaktor
Standard	FR4 Standard	Glasfaser	Epoxy	Tg 130 bis 140 °C; RoHS/WEEE-konform	MC100EX*, R-1766 (Panasonic);	1 (Referenz)
höhere Temperaturen/ höhere Zuverlässigkeit	FR4-gefüllte Materialien	Glasfaser	Epoxy	Tg 140 bis 180 °C; erhöhte thermische Stabilität, geringe Ausdehnung in z-Achse, oft CAF-resistent	R-1755C*, R-1755S, R-1755T (Panasonic); IS410**, IS420** (Isola);	1,15 - 1,30
höhere Temperaturen/ höhere Zuverlässigkeit	FR4 halogenfrei	Glasfaser	Epoxy	Tg ≥ 150 °C, sehr thermostabil, CAF-resistent	DE156, IS500 (Isola); R-1566W (Panasonic);	1,3
höhere Temperaturen/ höhere Zuverlässigkeit	Polyimid starr (PI)	Glasfaser	PI	Tg ca. 260 °C; Hochleistungslaminat für hohe Zuverlässigkeit und hohe Betriebstemperaturen	G200, P95, P96 (Isola); N7000-Serie (Nelco);	5,0
HF-/MW-/Impedanzkontrolliert	Teflon	Keramik-Füllstoffe	PTFE	Gute mechanische Verarbeitbarkeit; Aufbau von Multilayern und Hybridsystemen mit FR4 möglich	R03008® (Rogers)	4,0
HF-/MW-/Impedanzkontrolliert	Polymere	Keramik-Füllstoffe	Duroplast	Mechanische Verarbeitbarkeit ähnlich FR4; Aufbau von Multilayern und Hybridsystemen mit FR4 möglich	R04003C@**, R04350C@** (Rogers); 25N (Arlon)	3,5

\* von CONTAG verwendete Standardmaterialien, \*\* von CONTAG eingesetzte Materialien

■ **Bild 3: Materialbeispiele mit relativem Kostenindex, Referenz ist dabei Standard-FR4** Quelle: CONTAG

seiner zumeist elektrischen Kriterien und Randbedingungen einen oder mehrere Entwürfe für den Lagenaufbau macht und diese dann vor dem Layout-Start mit seinem Leiterplattenhersteller auf Realisierbarkeit, Kosten und Alternativen abprüft.

Hier sei nochmals ausdrücklich an das Aspect Ratio bei Mikrovia-Lagen (der kleinste Mikrovia-Durchmesser bestimmt die maximale Laminat-Dicke in den Außenlagen) und die minimale Kerndicke (Delaminationsgefahr bei Unterschreitung) erinnert! Entscheidend für den Anwender sind letztendlich drei Dinge: 1. Die Schaltung muss funktionieren, d.h., die Technologieanforderungen müssen entsprechend der elektrischen, mechanischen und thermischen Spezifikation eingehalten bzw. umgesetzt werden können.

2. Die Qualität muss stimmen, d.h., die Leiterplatte muss in gleich bleibend hoher Qualität mit einer möglichst hohen Konstanz der elektrischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften geliefert werden können und eine lange Lebensdauer haben.

3. Der Preis muss stimmen, d.h., das Preis-/Leistungsverhältnis muss passen und Preis

und Qualität der jeweiligen Anforderung an die Leiterplatte entsprechen.

All dies ist nur dann optimal realisierbar, wenn der Leiterplattenhersteller früh genug in den Entwurfsprozess für die Leiterplatte mit eingebunden wird und die Kommunikation funktioniert (Kompetenz, Erreichbarkeit!). So kann man gemeinsam eine für den Anwender optimale Lösung für Materialauswahl, Lagenaufbau und Kosten der Leiterplatte finden.

CONTAG Tel. +49(0)30 3517880

Der nächste Teil erscheint in Ausgabe 10/2008 mit dem Thema impedanzkontrollierte Leiterplatten. Alle Kapitel der HDI-/Mikrovia-Serie sind im Internet unter [www.elektronikpraxis.de](http://www.elektronikpraxis.de) archiviert. Zu diesen Beiträgen gelangen Sie über den InfoClick-Service.

 [www.elektronikpraxis.de](http://www.elektronikpraxis.de)

■ Empfehlungen für das fertigungsgerechte Layout von HDI- und Mikrovia-Leiterplatten: alle Kapitel der Serie

InfoClick

249308