

UL746E Revision – FR-4.0 und FR-4.1

IPC-4101D / Spezifikationsblätter

- Seit 2001 musste ein FR-4 Basismaterial ein Epoxydharzsystem verwenden, das einem von 14 Referenz-IR-Spektren entsprach.
- Durch diese geringe Anzahl an Typen war eine Übertragbarkeit von Versuchsergebnissen und damit ein Abkürzen der Basismaterial-Zulassungsprozedur für FR-4 für UL vertretbar.
- Das Inkrafttreten der RoHS führte zu einer Flut an neu entwickelten Basismaterialien. Um die Markteinführung trotz vielfachem Einsatz von Füllstoffen und Nicht-Epoxyd-Harzsystemen nicht zu weit hinauszuzögern, wurde eine Übergangsfrist zwischen Basismaterialherstellern und UL vereinbart, in der die Materialfreigabe nach FR-4-Kriterien erfolgte.
- In der Zeit bis 2012 sollte ein praktikabler Weg der Basismaterialzulassung gefunden werden, der sowohl die Belange von UL (hier vor allem die Vorhersage der Basismaterialalterung unter Temperatureinfluss und des Brandverhaltens) als auch die der Basismaterialhersteller nach schneller UL-Listung ihrer Neuentwicklungen berücksichtigt.
- Es konnte zuerst keine Einigung zwischen der Industrie und UL gefunden werden, in dieser Übergangszeit wurden viele ehemals FR-4-Basismaterialien zu Non-ANSI-Typen mit allen Konsequenzen einer Nachprüfung.
- Mit der Definition der UL/ANSI Typen FR-4.0 und FR-4.1 wurde dann 2013 eine Materialklassifizierung geschaffen, die die Variationen moderner Basismaterialien im Wesentlichen abdeckt und dennoch den Prüfzeitraum begrenzt.

FR-4 History and UL746E Standard Revision

Summary of IPC UL 746E Proposal for STP Ballot: Two New UL/ANSI Types Replacing FR-4

UL/ANSI Type	Primary Resin	Secondary Resin(s)	Filler ¹	Flame Retardant	Reinforcement
FR-4.0 (Proposed Brominated FR-4)	Epoxy ²	Any	Inorganic Max 45%	Bromine	Woven Glass
FR-4.1 (Proposed Non-Halogen FR-4)	Epoxy ²	Any	Inorganic Max 45%	Non-Halogen	Woven Glass

¹ Examples of inorganic fillers include, but are not limited to: Silica, Clay, Talc, Ceramic, Calcium Carbonate, Aluminum Hydroxide, Fumed Silica and Titanium Oxide.

² Epoxy functionality, minimum 50% by weight of organic resin.

Quelle: UL JPCA 2013

- Basismaterial mit bromiertem Flammhemmer wird unter FR-4.0 zusammengefasst und repräsentiert einen Anteil von 80 % der ehemals FR-4-klassifizierten Lamine.
- Die sogenannten halogenfreien Basismaterialien, mit limitiertem Chlor- und Bromgehalt sind unter FR-4.1 geführt und entsprechen den verbleibenden 20 %.
- Unter FR-4.0 und FR-4.1 geführtes Basismaterial kann für doppelseitige Schaltungen wieder nach dem CCIL-Verfahren auf das UL-File des Leiterplattenherstellers gelistet werden. Da der erlaubte Füllstoffgehalt und der Anteil Nicht-Epoxydharz stark variieren kann, muss jeweils der Nachweis für das Erreichen von V-0 mit Lötstopplack erbracht werden.
- Multilayer-Zulassungen für FR-4.0 und FR-4.1 werden gleich behandelt, es müssen Testmuster BDMSA und/oder DOMSA hergestellt werden.
- Die Terminologie FR-4.0 und FR-4.1 wurde in die seit April 2015 gültige IPC-4101D nicht übernommen, hier bezieht man sich noch auf den UL/ANSI Typ FR-4.
- FR-4.0 und FR-4.1 müssen die Kriterien der Flammhemmung nach UL94 V-0 erfüllen, alte FR-4 Spezifikationsblätter mit V-1 Vorgabe wurden aus der IPC-4101D entfernt.
- Eine wesentliche Änderung der D-Version ist, dass eindeutig geklärt ist, ob ein Basismaterial, das sich auf ein Spezifikationsblatt bezieht, Füllstoffe enthält oder nicht.
- Ein Basismaterial mit einem Füllstoffgehalt < 5 % Gew. % gilt als ungefüllt.
- UV Block FR-4-86 und NP-140 enthalten keine Füllstoffe.

IPC Spezifikationsblatt	21 ¹⁾	97 ¹⁾	98 ¹⁾	99	101	121	126	127	128	130
Tg [°C]	≥ 110	≥ 110	≥ 150	≥ 150	≥ 110	≥ 110	≥ 170	≥ 110	≥ 150	≥ 170
Td 5% [°C]	---	---	---	325	310	310	340	310	325	340
Füllstoffe ≥ 5 Gew. %	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja
UL	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.0	FR-4.1	FR-4.1	FR-4.1
CTE z α ₁ [ppm/K]	---	---	---	60	60	60	60	60	60	60
CTE z α ₂ [ppm/K]	---	---	---	300	300	300	300	300	300	300
TE 50-260 °C [%]	---	---	---	3,5	4,0	4,0	3,0	4,0	3,5	3,0
T260 [min]	---	---	---	30	30	30	30	30	30	30
T288 [min]	---	---	---	5	5	5	15	5	5	15
T300 [min]	---	---	---	---	---	---	2	---	---	2
UL MOT	---	---	---	---	---	---	130	---	---	130
FR-4-86 UV	X									
NP-140	X					X				
FR-4-11PY		X								
NP-155F		X	X	X	X					
NP-175F		X	X	X	X		X			
NPG								X	X	
NPG-170								X	X	X

Stand: August 2015

Vorgaben werden von Basismaterial 0,5 mm ohne Kupfer erfüllt

*) kein Abgleich mit der MIL-S-13949