



LEITERPLATTENPRODUKTION, TEIL 2 FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Guido Biernat

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

AGENDA

- Einleitung
- Merkmale von flexiblen und starrflexiblen Leiterplatten
 - Flexible (FPC) Leiterplatten
 - Starrflexiblen (RFPC) Leiterplatten
 - Zusammenfassung von flexiblen(FPC) und starrflexiblen(RFPC)
- Standard Basismaterialien
 - Flexible Basis-Materialien mit Kupferkaschierungen
 - Flexible Verbund- und Schutz-Materialien
 - Starre Verbund- und Basis-Materialien (FR4 und Prepreg)
 - Standard Lagenaufbauten FPC
 - Standard Lagenaufbauten RFPC
 - Zusammenfassung
- Herstellungsprozess einer Starrflex 1F – 7Ri
 - Design-Rules
- Webinar Vorschau



Guido Biernat

Technisches Projektmanagement

FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Eine Einleitung

Flexible und starrflexible Leiterplatten lassen sich vielseitig einsetzen

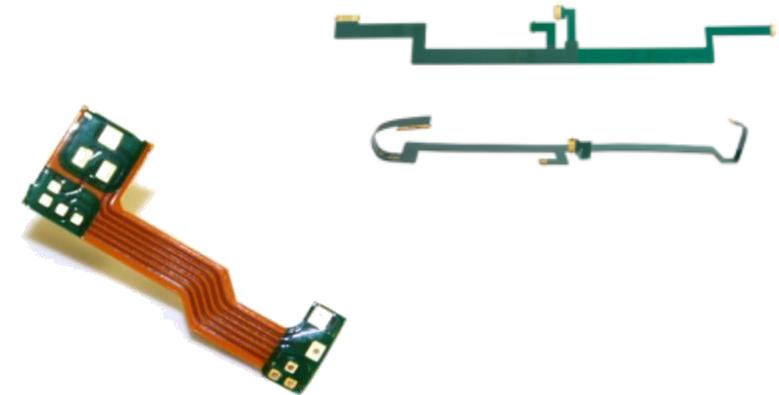
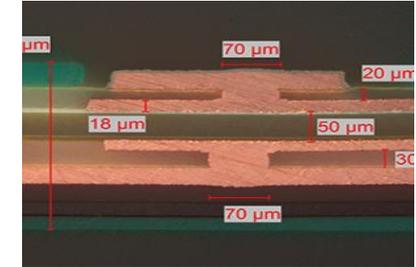
- 3D-Montage zur optimalen Ausnutzung des begrenzt zur Verfügung stehenden Einbauvolumens
- Die flexiblen Bereiche können mit sehr kleinen Biegeradien gebogen werden
- Hohe Integrationsdichte und Miniaturisierung
- Sehr robust und hohe Zuverlässigkeit, weil viele Lötstellen und Steckverbindungen entfallen können
- Die komplette Verdrahtung eines Gerätes kann durch einzige (starr)-flexible Leiterplatte erfolgen
- Geringes Gewicht und geringer Platzbedarf
- Gleichförmige reproduzierbare elektrische Eigenschaften wie z.B. Impedanz, Übersprechen, Signalausbreitungsgeschwindigkeit, Signalintegrität usw.



FLEXIBLE (FPC) LEITERPLATTEN

Merkmale

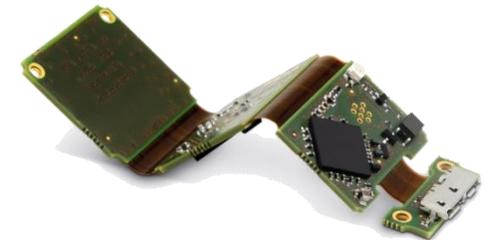
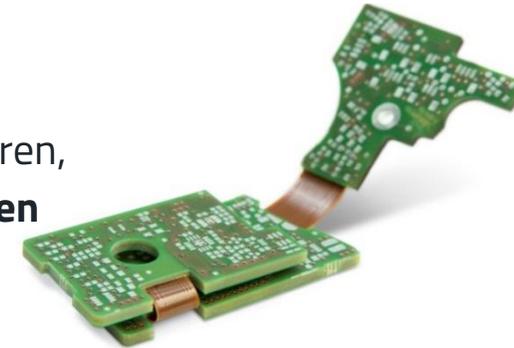
- Flexible Leiterplatten bestehen im wesentlichen aus flexiblen Basismaterialien
- Von Ein-Lagen-Design bis hin zum hochlagigem Flexmultilayer mit Buried- und Blind-Vias sind möglich (SLIM.flex)
- Hohe Integrationsdichte und Miniaturisierung
- Partielle Versteifungen an verschiedenen Bereichen mit verschiedenen Dicken sind an der Ober- und Unterseite möglich
- Die partiellen Versteifungen sind **nicht elektrisch** mit den Flexlagen verbunden. (Keine Durchkontaktierungen).
- Geringes Gewicht und geringer Platzbedarf
- Gleichförmig reproduzierbare elektrische Eigenschaften



STARRFLEXIBLE (RFPC) LEITERPLATTEN

Merkmale

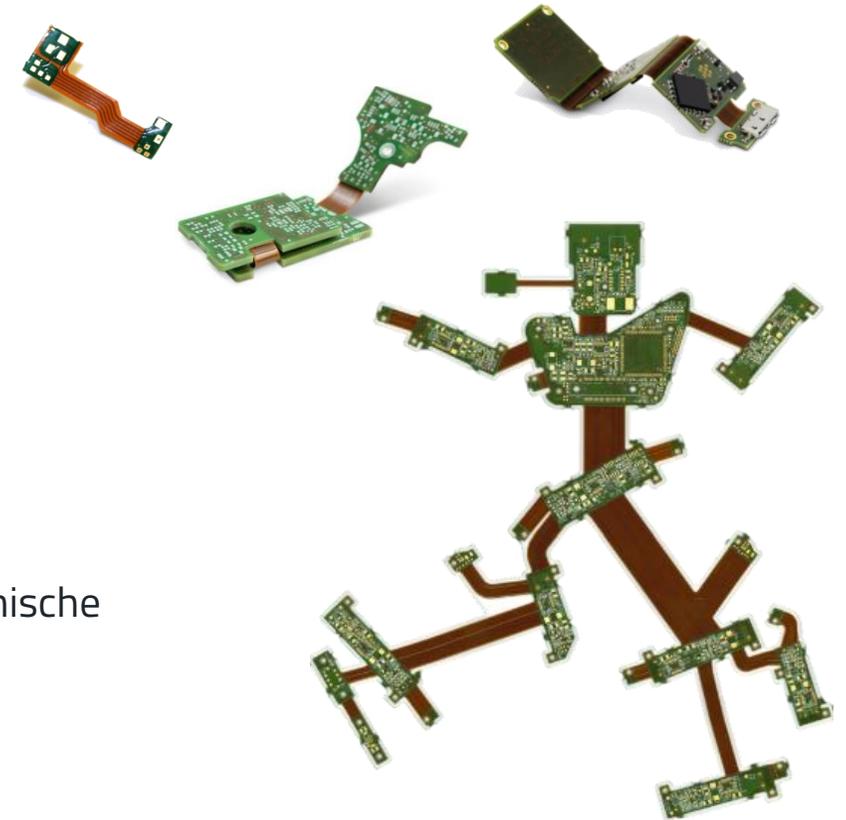
- Starrflexible Leiterplatten bestehen aus starren und flexiblen Bereichen. Die starren, mehrlagigen Teile werden durch flexibles Basismaterial verbunden und **beinhalten Durchkontaktierungen**
- Starrflexible Leiterplatten **haben mindestens zwei** Kupferlagen
- 3D-Montage zur optimalen Ausnutzung des begrenzt zur Verfügung stehenden Einbauvolumens
- Hohe Integrationsdichte und Miniaturisierung
- Eine komplexe Verdrahtung eines Gerätes kann durch eine einzige starrflexible Leiterplatte erfolgen
- Geringes Gewicht und geringer Platzbedarf
- Gleichförmige reproduzierbare elektrische Eigenschaften wie z.B. Impedanz, Übersprechen, Signalausbreitungsgeschwindigkeit, Signalintegrität usw.



FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Zusammenfassung

- Flexible Leiterplatten **FPC** besitzen **keine elektrische Verbindungen** mit partiellen Versteifungen (starre Bereiche)
- Starrflexible Leiterplatten **RFPC** bestehen aus starren und flexiblen Bereichen. und **beinhalten Durchkontaktierungen**
- Starrflexible Leiterplatten **haben mindestens zwei** Kupferlagen
- Flexible und starrflexible Leiterplatten lassen sich vielseitig einsetzen
- In allen Märkte wird die 3D-Technologien eingesetzt.
Industrie, Medizin, Luft- und Raumfahrt, Telekommunikation, Automotive und auch in der Unterhaltungselektronik.
- Die Motivation zum Einsatz der 3D-Technologie sind: Miniaturisierung, Dynamische Bewegung, Zuverlässigkeit, Signalintegrität sowie Systemvorteile und Preis.



FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Kurzumfrage: Multiple-Choice mit einer richtigen Antwort

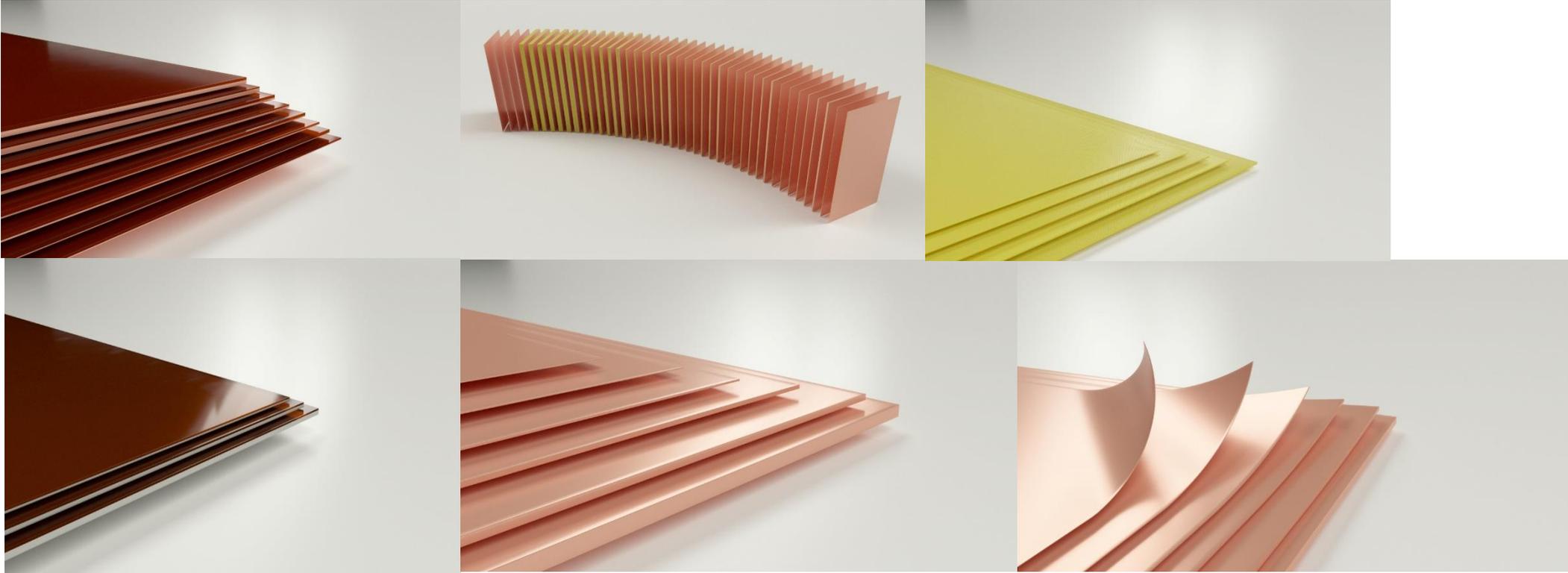
Was ist der wesentliche Unterschied zwischen flexiblen und starrflexiblen Leiterplatten?

- Sie bestehen aus unterschiedlichen Materialien
- Die starren Materialien sind elektrisch mit den flexiblen Materialien verbunden
- Flexible Leiterplatten haben keine starren Bereiche
- Flexible Leiterplatten haben maximal zwei Kupferlagen
- Starre Leiterplatten gibt es nur mit flexiblem Lötstopplack



STANDARD BASIS-MATERIALIEN

Für Flexiblen und starrflexiblen Leiterplatten



STANDARD BASIS-MATERIALIEN

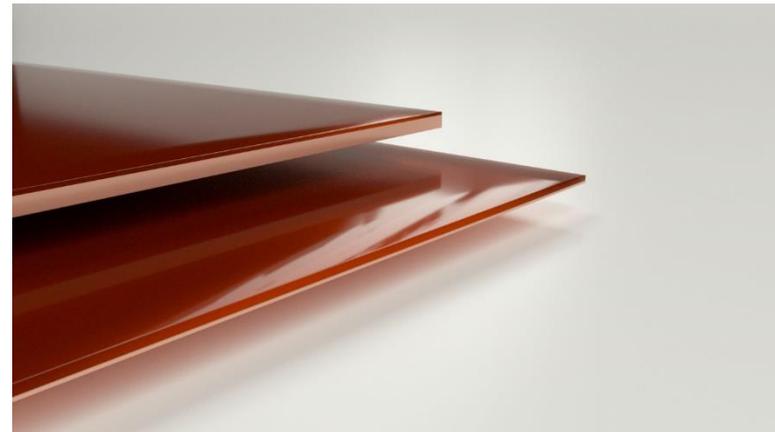
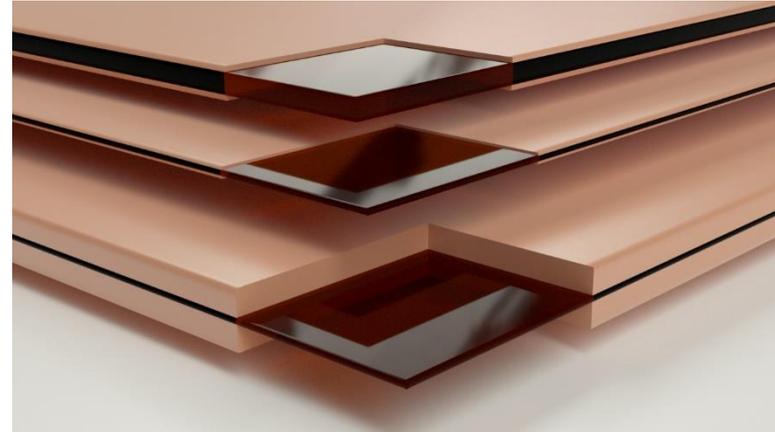
Flexible Basis-Materialien mit Kupferkaschierungen.

- Flexible Basis-Materialien gibt es in vielen Variationen. Hier werden nur die Standard-Materialien dargestellt.
- Kupferdicken in **18µm**, **35µm** und 70µm. Einseitig und doppelte Kaschierung
- Kerndicken(Polyimid) in 25µm, **50µm**, 75µm, 100µm und 150µm
- Kleber und kleberloses Basis-Materialien. WE CBT setzt nur **kleberlose** Materialien ein

WE CBT Standard-Lieferanten sind:

- **Panasonic Industrial Devices Materials Europe GmbH**
- **DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH**

- DuPont™ Pyralux® AP, Panasonic R770, Panasonic R775



STANDARD BASIS-MATERIALIEN

Flexible Verbund- und Schutz-Materialien

- **Coverlayer / Deckfolie**

Hiermit werden die Kupferflächen und Signale geschützt. Diese Materialien werden über einen thermischen Prozess Pressen aufgebracht.

- **BondPly / Verbundfolie**

Mit diesem Material werden Flex-Materialien und auch starre Materialien zusammen verklebt. Auch hier wird der thermische Prozess Pressen eingesetzt.

- **Adhesive / Kleber**

Mit diesem Material werden Flex-Materialien und auch starre Materialien zusammen verklebt. Auch hier wird der thermische Prozess Pressen eingesetzt.

WE CBT Standard-Lieferanten sind:

- **DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH**



STANDARD BASIS-MATERIALIEN

Starre Verbund- und Basis-Materialien (Prepreg)

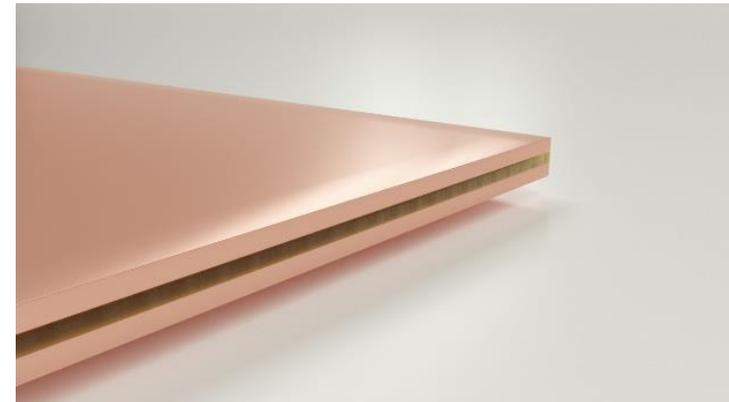
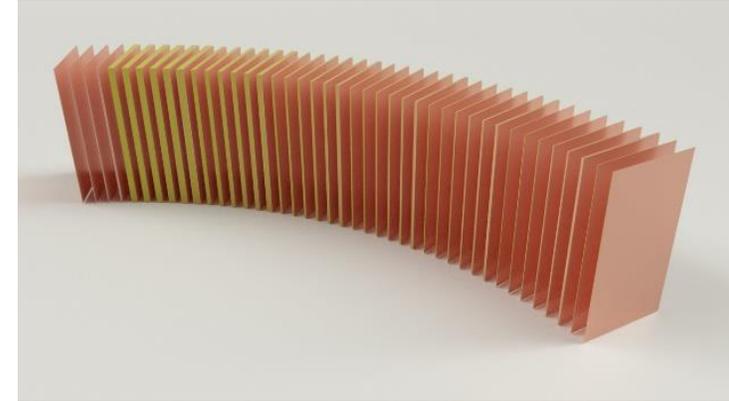
- Diese Basis- und Verbund-Materialien sind die **klassischen** Materialien für **alle Technologien** in der Leiterplattenbranche.
- **Prepreg (Standard)**
Dieses sogenannten Prepreg bildet das klebende Medium aller gängigen Leiterplattentechnologien. Hierbei werden die einzelnen starre und flexiblen Kerne (Innenlagen und Kupferfolien) verklebt. Dieses Verkleben wird ausschließlich über den thermischen Prozess Pressen durchgeführt.
- **Prepreg Low Flow**
Dieses sogenannte LowFlow Prepreg besteht auch aus einem Glasgewebe (Textil) was mit einem Harz und Härter vorimprägniert ist. Der Unterschied zum „normalen“ Prepreg liegt in der Rezeptur des Harzes und Härter. Dadurch wird der Harzfluss gehemmt. Wie beim Standard-Prepreg erfolgt das Verkleben ausschließlich über einen thermischen Prozess (Pressen).



STANDARD BASIS-MATERIALIEN

Starre Verbund- und Basis-Materialien (FR4)

- FR4 oder auch FR-4 beschreibt eine Klasse von schwer entflammaren Verbundwerkstoffen. Die Abkürzung FR steht für flame retardant (dt. flammenhemmend). Der Verbundwerkstoff FR4 wird seit ca. 1968 in der Leiterplatten-Technologie eingesetzt und ist somit der Standard.
- Kupferdicken in **18µm**, **35µm** und 70µm. Einseitig und doppelte Kaschierung. Einseitig kaschierte Lamine werden nicht bei der WE CBT eingesetzt.
- Kerndicken in 50µm, 60µm, 100µm und 125µm, 150µm, 200µm, 250µm, 300µm, 360µm, 410µm....., 1,20mm
- TG-Werte von **135°**, **150°** und **170°** kommen bei der WE CBT als Standard zum Einsatz.



STANDARD LAGENAUFBAUTEN FÜR FLEXIBLEN LEITERPLATTEN

WE CBT Standards Flex

Standard 1F-Ri PURE.flex

Flex 1F-Ri						
PCB Thickness: 0,29 mm +/-0,05mm Flex Thickness: 0,11 mm +/- 0,05mm						
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description	Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
L1	20		Soldermask photosensitive, flexible			
	17	17		Top-Layer		
	50	50	Polyimide adhesiveless			
	20	20	Soldermask photosensitive, flexible			
Adhesive transfer foil		50	Adhesive acrylic			
FR4 stiffener material		150	FR4			

Standard 4F SLIM.flex

SLIM.flex 4F						
PCB Thickness: 0,24 mm +/-0,05mm Flex Thickness: 0,12 mm +/- 0,05mm						
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description	Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
L1		25	Soldermask photosensitive, flexible			
		35	Sum startup copper	Top-Layer		
	5	5	Polyimide			
L2	15	15	Adhesive Epoxy			
	18	18				
L3	50	50	Polyimide adhesiveless			
	18	18				
L4	15	15	Adhesive Epoxy			
	5	5	Polyimide			
L4		35	Sum startup copper	Bottom-Layer		
		25	Soldermask photosensitive, flexible			

Standard 2F-Ri PURE.flex

PURE.flex 2F-Ri						
Flex Thickness: 0,18 mm +/- 0,05mm						
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Material description	Zif (1) area Structure	Flex area Structure	Viatypes	Zif (2) area Structure
L1	20	photosensitive flex soldermask				
	35	* Incl. Plating				
	50	polyimid				
L2	35	* Incl. Plating				
	40	coverfoil				
Adhesive transfer foil		Adhesive acrylic				
FR4 stiffener material		FR4				

Standard 4F-Ri SLIM.flex HDI

SLIM.flex 4F-Ri HDI						
PCB Thickness: 0,79 mm +/-10% Flex Thickness: 0,13 mm +/- 0,05mm						
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description	Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
L1		20	Soldermask photosensitive, flexible			
		35	Sum startup copper	Top-Layer		SH1
	5	5	Polyimide			
L2	15	15	Adhesive Epoxy			
	18	18				SH2
L3	50	50	Polyimide adhesiveless			Ref1
	18	18				
L4	15	15	Adhesive Epoxy			
	5	5	Polyimide			
L4		35	Sum startup copper	Bottom-Layer		Ref2
		20	Soldermask photosensitive, flexible			
adhesive foil		50	adhesive foil			
FR4 stiffener		500	FR4			

<https://www.we-online.com/slimflex>

STANDARD LAGENAUFBAUTEN FÜR STARRFLEXIBLEN LEITERPLATTEN

WE CBT Standards Starrflex

Standard 1F-xRi

Rigidflex 1F-3Ri							
PCB Thickness:		1,50	mm +/- 10%	Flex Thickness:		0,13	mm +/-0,05mm
Rigid area Thickness	Material description		Flex area Structure	Viatypes		Layer usage	
15							
40	*Incl. Plating	Top-Layer					
50	Polyimide						
50	FR4 TG 50 HF						
17							
1164	FR4 TG 50 HF						
17							
90	FR4 TG 50 HF						
40	*Incl. Plating	Bottom-Layer					
15							

Standard 1F-xRi HDI

Rigidflex 1F-5Ri + HDI 1 - 4b - 1							
PCB Thickness:		0,93	mm +/- 10%	Flex Thickness:		0,14	mm +/-0,05mm
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description		Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
Flex Soldermask	40						
Soldermask		15					
L1	45	45	*Incl. Plating	Top-Layer			
	50	50	Polyimide				
		50	FR4 TG 50 HF				
L2		17					
		65	FR4 TG 50 HF				
L3		17					
		410	FR4 TG 50 HF				
L4		17					
		65	FR4 TG 50 HF				
L5		17					
		100	FR4 TG 50 HF				
L6		45	*Incl. Plating	Bottom-Layer			
Soldermask		15					

Standard 2F-xRi

Rigidflex 2F-2Ri							
PCB Thickness:		1,52	mm +/- 10%	Flex Thickness:		0,19	mm +/-0,05mm
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description		Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
Flex Soldermask	40						
Soldermask		15					
L1	45	45	incl. plating	Top-Layer			
	50	50	Polyimide adhesiveless				
L2		17					
	40		Coverlay				
		90	FR4 TG50HF				
1164			FR4 TG50HF				
L3		17					
		65	FR4 TG50HF				
L4		45	incl. plating	Bottom-Layer			
Soldermask		15					

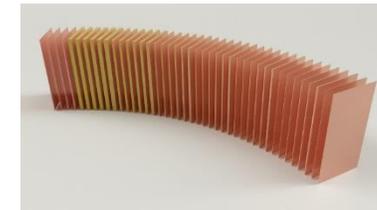
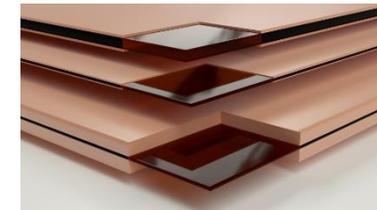
Standard 2F-xRi mit Laser Micro-Vias

Rigidflex 2F-2Ri							
PCB Thickness:		1,52	mm +/- 10%	Flex Thickness:		0,19	mm +/-0,05mm
Rigid area Structure	Flex area Thickness	Rigid area Thickness	Material description		Flex area Structure	Viatypes	Layer usage
Flex Soldermask	40						
Soldermask		15					
L1	45	45	incl. plating	Top-Layer			
	50	50	Polyimide adhesiveless				
L2		17					
	40		Coverlay				
		90	FR4 TG50HF				
1164			FR4 TG50HF				
L3		17					
		65	FR4 TG50HF				
L4		45	incl. plating	Bottom-Layer			
Soldermask		15					

FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Zusammenfassung Basismaterialien und Lagenaufbauten

- Alle gängige **flexiblen** Basismaterialien kommen zum Einsatz. Bei WE CBT sind es Materialien von **DuPont** und **Panasonic**.
- Alle gängige **starre** Basismaterialien kommen zum Einsatz. Bei WE CBT sind es Materialien von ISOLA und Technolam NanYa, Panasonic und Schowa Denko Hitachi.
- TG-Werte von **135°**, **150°** und **170°** kommen bei der WE CBT als Standard zum Einsatz.
- Lagenaufbauten von flexiblen und starrflexiblen sind immer ein Mix verschiedener Basis- und Verbundmaterialien und somit **Hybride**.



Standard 2F-xRi

Rigid area thickness							
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Standard 1F-Ri

Rigid area thickness							
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0



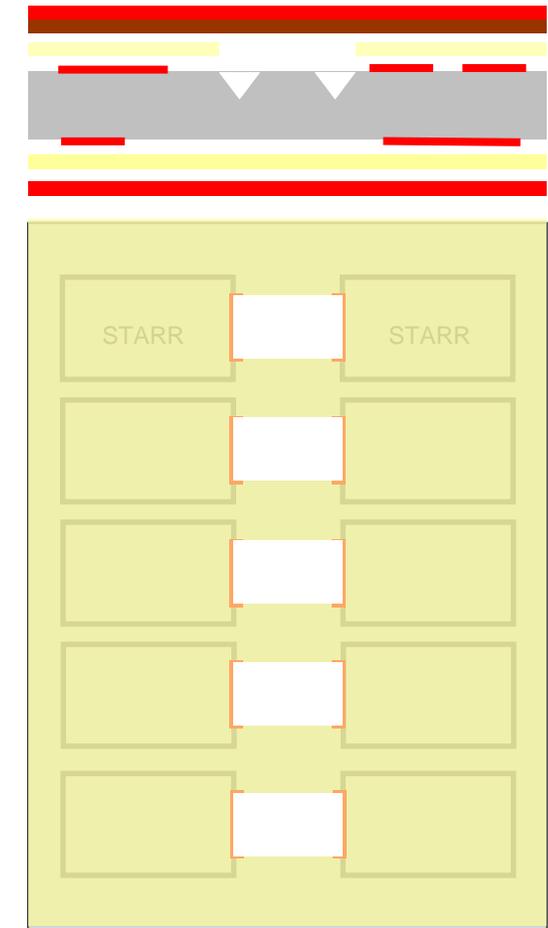
FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Herstellungsprozess einer Starrflex 1F – 7Ri

- Lagenaufbau 1F-7Ri



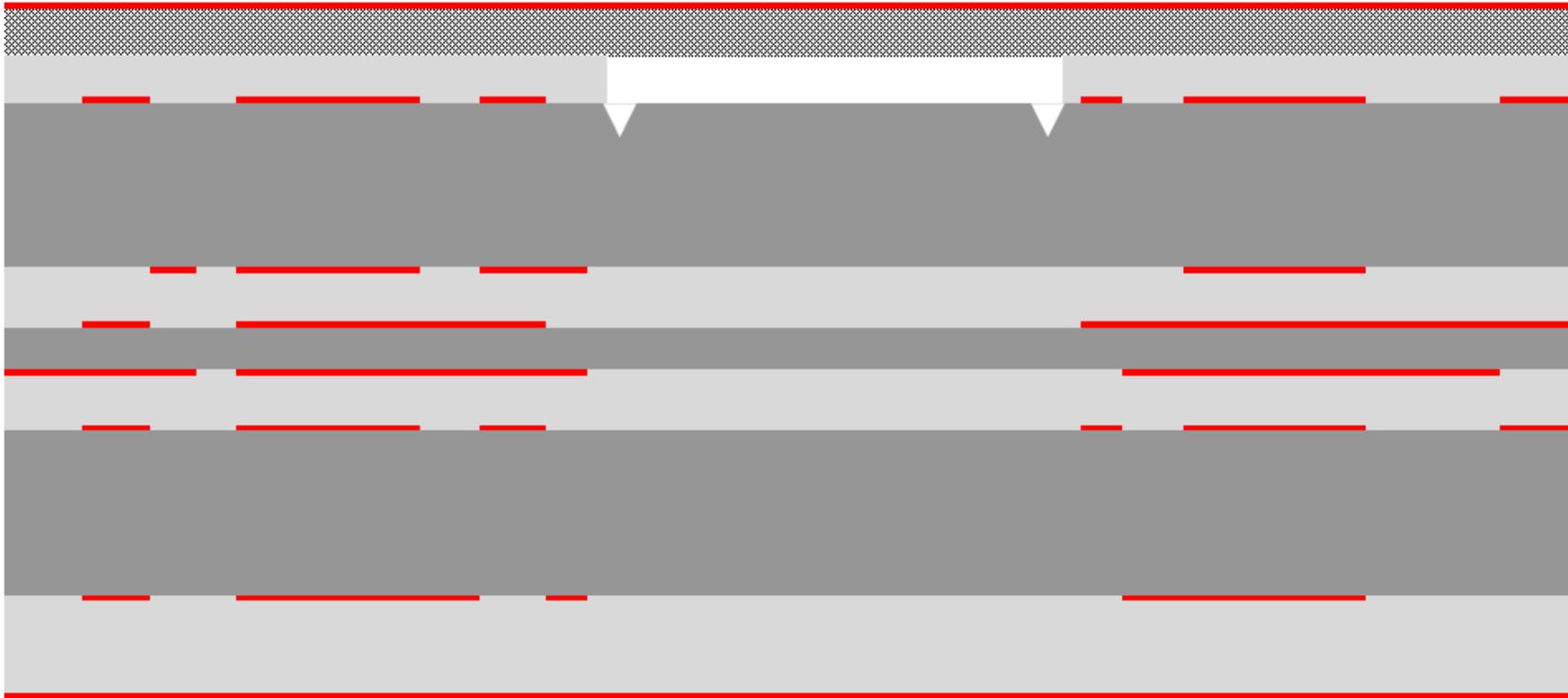
Polyimide + Copper
 LowFlow Prepreg
 Core
 Prepreg
 Copper



FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Herstellungsprozess einer Starrflex 1F – 7Ri

- Lagenaufbau 1F-7Ri

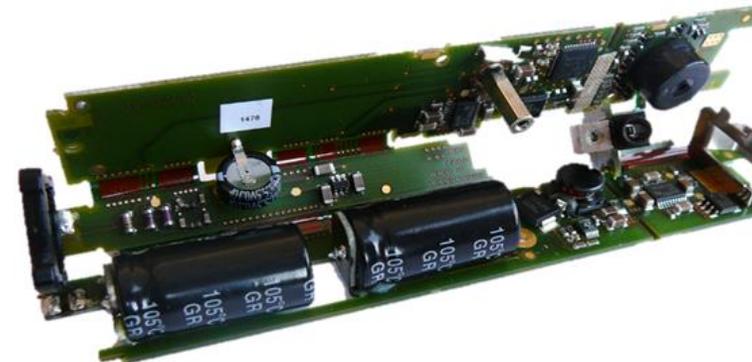
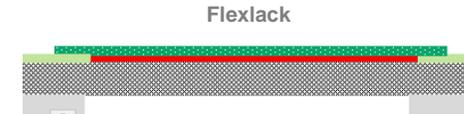
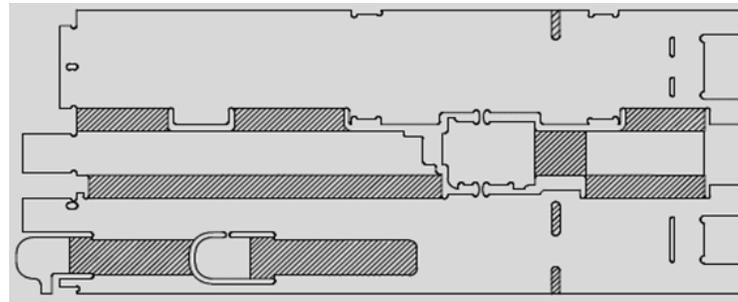


FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Anwendung einer Starrflex 1F – 3Ri

- Lagenaufbau 1F-3Ri, 50µm Polyimid, FR4 TG150°, **Flexlack** im Biegebereich, 18µm Innenlagenkupfer
- Integration von Elektronik, Display, Tastatur und Energiespeicher im Griff
- Starrflex mit mechanischen Funktionen

- Miniaturisierung
- Zuverlässigkeit
- Systemvorteile

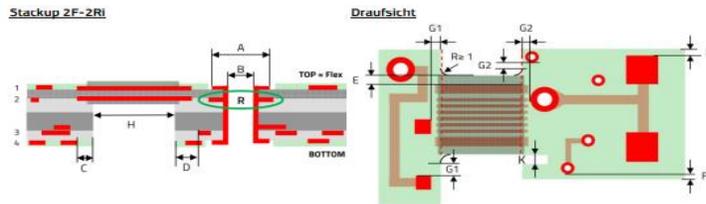


FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Design-Rule für 1F-xRi und 2F-xRi

Jetzt haben wir erfahren, dass die Herstellung einer starrflexiblen Leiterplatte sich grundlegend zur einer Standard starren Leiterplatte unterscheidet.

Gerade das Einsetzen von flexiblen Materialien und derer mechanischen Bearbeitung benötigen elementare Design-Rules.



Besonders die Punkte **D** und **G** benötigen eine genauere Betrachtung.

Dafür besuchen Sie bitte unsere Web-Seite.

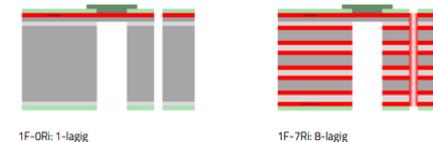
- [Design Rules STARR.flex 1F \(we-online.com\)](http://we-online.com)
- [Design Rules STARR.flex 2F \(we-online.com\)](http://we-online.com)

Design Rules STARR.flex 1F-xRi



Diese Designregeln gelten für:
Starrflexible Leiterplatten mit 1 Kupferlage auf Flexmaterial Polyimid außenliegend.
Anwendung nach IPC-2223 Use A: Flex-to-install. UL-Kennzeichnung nach UL94 und UL796F möglich.

Beispiele:



Nomenklatur: Ri = Rigid (starr), F = Flex

Grundlegende Hinweise

- Bitte beachten Sie allgemeine Standards wie IPC oder IEC
- Bitte beachten Sie die wertvollen Hinweise und Tipps in unserem STARR.flex Design Guide unter www.we-online.com/flex.
- Regeln für Leiterbreiten, -abstände, Via- und Padgrößen sowie Lötstopmmaske entnehmen Sie bitte unseren BASIC Design Rules unter www.we-online.com/basic.
- **Füllen von Bohrungen:**
Verwenden Sie keine offenen Bohrungen in Lötspads! Halten Sie beidseitig mindestens 400µm Abstand von Lötflächen zu Bohrungen, die gepluggt werden sollen (Durchsteigerzdruck, IPC-4761 Typ III). Für Vias nach IPC-4761 Typ VII (filled and capped) bitte Rücksprache wegen erlaubter Designregeln (Leiterabstände)!
- **Lift-off Bereiche - Achtung:** KEIN Kupferlayout unter dem Flex und KEINE Vias erlaubt!
- Starrflexible Leiterplatten müssen vor dem Bestücken getrocknet werden. Weitere Informationen dazu finden Sie unter www.we-online.com/trocknungsprozesse.
- Für das Trocknen sind Kupferöffnungen in Masse- bzw. Referenzlagen notwendig.
Empfehlung: Kupferöffnungen: 0,3mm pro 1mm Kupferlänge.
- Flex-to-install Biegeradien: Einbaubiegebeanspruchung nach IPC-2223D bis 90° Biegewinkel:
 - 1 Kupferlage: mindestens 10 x Gesamtdicke (IPC-2223 Punkt 5.2.3.3)
 - Bei anspruchsvolleren Einsatzbedingungen bitten wir um Rücksprache.
- Gerne erstellen wir für Sie einen optimalen Liefernutzen (best price!)

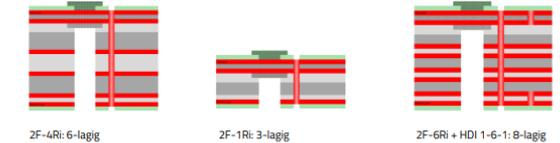


Design Rules STARR.flex 2F-xRi



Diese Designregeln gelten für:
Starrflexible Leiterplatten mit 2 Kupferlagen auf Flexmaterial Polyimid außenliegend.
Anwendung nach IPC-2223 Use A: Flex-to-install. UL-Kennzeichnung nach UL94 und UL796F möglich.

Beispiele:



Nomenklatur: Ri = Rigid (starr), F = Flex

Grundlegende Hinweise

- Bitte beachten Sie allgemeine Standards wie IPC oder IEC
- Bitte beachten Sie die wertvollen Hinweise und Tipps in unserem STARR.flex Design Guide unter www.we-online.com/flex.
- Regeln für Leiterbreiten, -abstände, Via- und Padgrößen sowie Lötstopmmaske entnehmen Sie bitte unseren BASIC Design Rules unter www.we-online.com/basic.
- **Füllen von Bohrungen:**
Verwenden Sie keine offenen Bohrungen in Lötspads! Halten Sie beidseitig mindestens 400µm Abstand von Lötflächen zu Bohrungen, die gepluggt werden sollen (Durchsteigerzdruck, IPC-4761 Typ III). Für Vias nach IPC-4761 Typ VII (filled and capped) bitte Rücksprache wegen erlaubter Designregeln (Leiterabstände)!
- **Lift-off Bereiche - Achtung:** KEIN Kupferlayout unter dem Flex und KEINE Vias erlaubt!
- Starrflexible Leiterplatten müssen vor dem Bestücken getrocknet werden. Weitere Informationen dazu finden Sie unter www.we-online.com/trocknungsprozesse.
- Für das Trocknen sind Kupferöffnungen in Masse- bzw. Referenzlagen notwendig.
Empfehlung: Kupferöffnungen: 0,3mm pro 1mm Kupferlänge.
- Flex-to-install Biegeradien: Einbaubiegebeanspruchung nach IPC-2223D bis 90° Biegewinkel:
 - 2 Kupferlagen: mindestens 10 x Gesamtdicke (IPC-2223 Punkt 5.2.3.3)
 - Bei anspruchsvolleren Einsatzbedingungen bitten wir um Rücksprache.
- Gerne erstellen wir für Sie einen optimalen Liefernutzen (best price!)

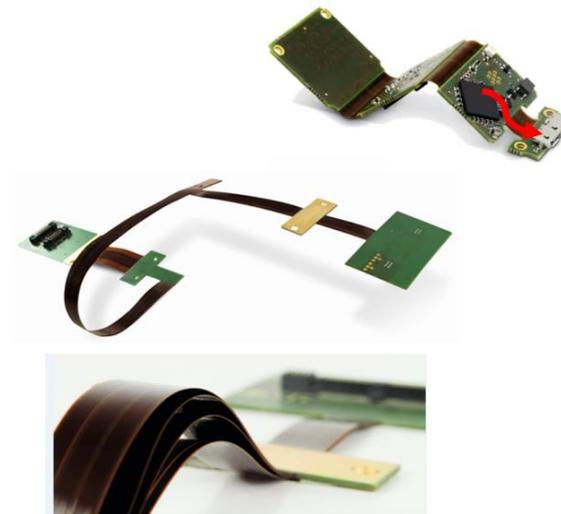
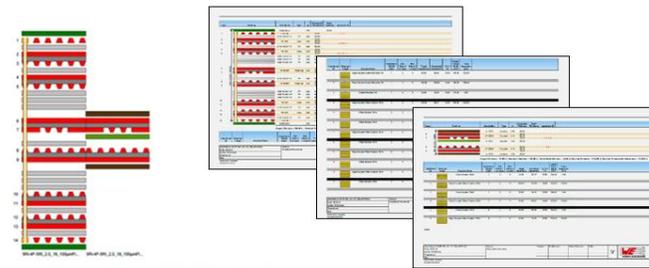


FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN

Vorankündigung für das nächste Webinar flexibler und starrflexibler Leiterplatten

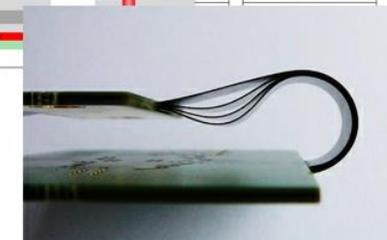
Folgende Themen werden vorgestellt.

- Standard Lagenaufbau xRi-2F-xRi
- Standard Lagenaufbau xRi-4F-xRi
- NON Standard Lagenaufbau
- Herstellprozess einer Starrflex 3Ri-2F-3Ri
- Design-Rules

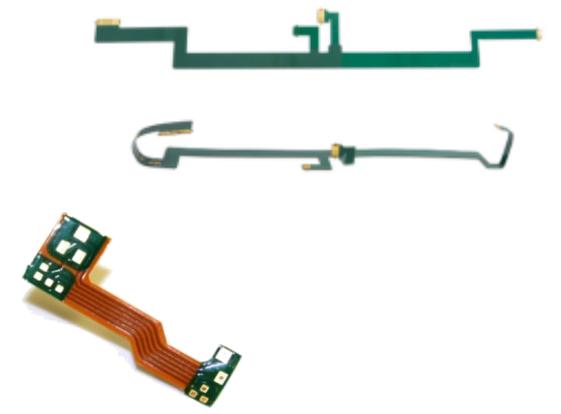
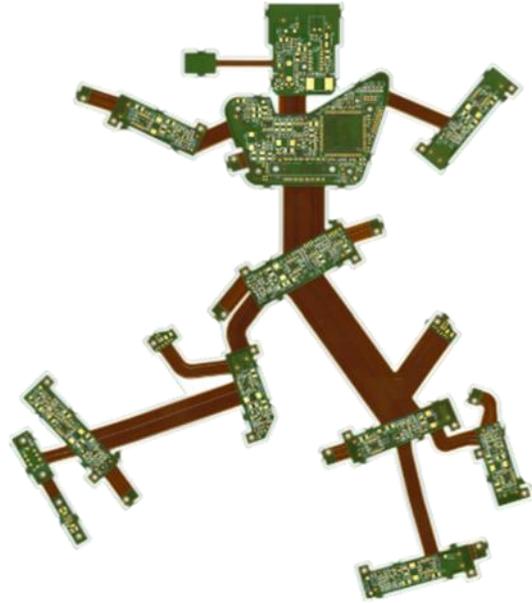


Rigidflex 18i-2F+2F+2F-18i

Thickness	2,02	max +1,0%	Fiber thickness (mm)	0,20	max +0,05mm	Impedance	
Layer	1	2	3	4	5	6	7
1	2,02						
2		0,127					
3			0,127				
4				0,127			
5					0,127		
6						0,127	
7							0,127
8							0,127
9							0,127
10							0,127
11							0,127
12							0,127
13							0,127
14							0,127
15							0,127
16							0,127
17							0,127
18							0,127
19							0,127
20							0,127
21							0,127
22							0,127
23							0,127
24							0,127
25							0,127
26							0,127
27							0,127
28							0,127
29							0,127
30							0,127
31							0,127
32							0,127
33							0,127
34							0,127
35							0,127
36							0,127
37							0,127
38							0,127
39							0,127
40							0,127
41							0,127
42							0,127
43							0,127
44							0,127
45							0,127
46							0,127
47							0,127
48							0,127
49							0,127
50							0,127



FLEXIBLE UND STARRFLEXIBLE LEITERPLATTEN



Vielen Dank

