

## PTFE基板に匹敵

### 低伝送損失プリント配線板材料 CS-3379M ミリ波レーダ基板向けに半額程度でご提供

We have developed PPE CCL, CS-3379M, with Low dielectric properties of  $Dk=3.2 / Df=0.0015$  (@10GHz) for automotive Millimeter wave applications. CS-3379M is as excellent as PTFE CCLs in Low signal transmission property and furthermore could be released at nearly half price of PTFE CCLs. CS-3379M also could be bonded to other substrates with general PWB processing machines. We expect CS-3379M would be also used as substrates of 5G antennas, GPS antennas or satellite communications.



▲CS-3379M  
Dk=3.2 / Df=0.0015 (@10GHz)

### ■大容量化、高速化、そして高周波化

スマートフォンやタブレット型端末の急速な普及とともに、データ通信量は爆発的に増加しています。加えてその通信速度は、高速化の一途をたどっています。

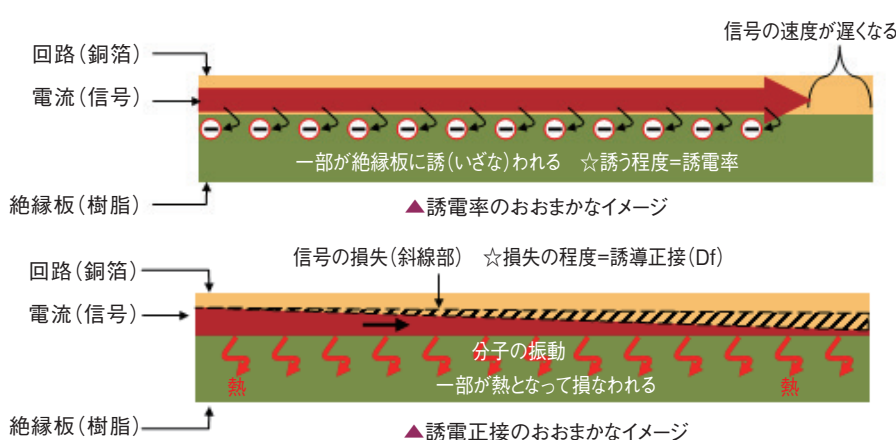
さらに5世代移動通信（5G）、IoT、仮想現実（VR）、クラウド、自動運転といった分野では、使用される信号の周波数帯域がメガヘルツからギガヘルツ、さらにはミリ波帯へと移行しています。

このような情報処理の大容量化、高速化、そして高周波化に対応するため、プリント配線板材料にも信号をより速く、そしてより多く伝えるという意味での「低伝送損失」という特性が求められています。

### ■比誘電率(Dk)と誘電正接(Df)

プリント配線板材料に「低伝送損失」の特性を付与するためには、ベースとなる樹脂製の絶縁板が持つ「比誘電率(Dk)」と「誘電正接(Df)」という電気的特性値を小さくするのが効果的です。

そこでまず、比誘電率(Dk)と誘電正接(Df)の



### <CS-3379Mの特長>

- Dk=3.2 / Df=0.0015 (@10GHz)
- ミリ波帯においてもPTFE基板と同等レベルの低伝送損失性能を發揮
- PTFE基板の半額程度の価格でご提供(予測)
- 吸湿が少なく、安定した低伝送損失性能を發揮
- 低価格で複合基板が製作できる
- 熱伝導率に優れる(0.6W/m・K)

イメージについて、かなりおおまかにご説明いたします。

### ◇比誘電率(Dk)とは

プリント配線板の回路(銅箔)に電流(信号)が流れると、その電子の一部が絶縁板の方へ誘(いざな)われるという現象が生じます。これは信号が回路を前進するスピードを減速させる方向に作用します。

またこれは、ガソリンのような液体、小麦粉のような粉体、あるいはガスのような気体など、あらゆる絶縁物(誘電体)に生じる物理的現象であり、さまざまな分野において対策が必要とされています。

絶縁物が電子を誘う程度は「誘電率」で表され、それぞれの絶縁物が固有の誘電率を持っていますので、大抵の場合は「真空の誘電率=1」として、その比率である「比誘電率(Dk)」を用いて表されます。

### ◇誘電正接(Df)とは

プリント配線板の回路に電流（信号）が流れると、このエネルギーが絶縁板の樹脂の分子を振動させて熱が発生します。この現象は電子レンジのマイクロ波が、食品に含まれる水の分子を振動させて温めるのに似ています。

この際、発生する熱は、本来、信号として伝わるべきエネルギーで、この現象によって信号が損なわれる程度は「誘電正接(Df)」で表されます。

前述のように、信号の周波数は高くなる一方で、絶縁板の分子がより激しく振動すると、より多くの信号が損失されることとなります。

これに対応するため高価なPTFE（フッ素樹脂）やLCP（液晶ポリマー樹脂）をベースにしたプリント配線板材料が多く用いられています。

### ■ミリ波帯のメリット・デメリット

自動車の衝突防止レーダでは、ミリ波帯（80GHz帯）が使用されております。これには以下のようなメリット・デメリットがあります。

- ① 従来の通信では使用されていない周波数であるため、帯域幅を広く取ることができ、データ通信量を増やすことが可能。
- ② 電波の指向性が高いため、特定のエリアに絞った通信に向く。
- ③ 電波の指向性が高いため、障害物を回り込むことが難しく、また、遠方まで届かせることは困難。
- ④ 周波数が高いほど、プリント配線板材料の誘電正接(Df)が大きくなり、信号の損失が大きくなる。

### ■低伝送損失 PPE樹脂プリント配線板材料 CS-3379M

これを受けて利昌工業では、従来品よりも誘電正接(Df)を大幅に低減することにより、PTFE基板に匹敵する低伝送損失の特性を実現した、ミリ波用途向けの熱硬化性PPE樹脂プリント配線板材料CS-3379Mを開発しましたので、ご紹介いたします。

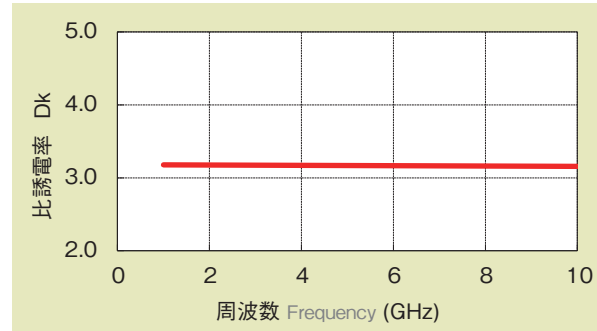
CS-3379Mの特長は前ページのとおりです。以下にこれまで取得したデータをご紹介します。

### ■誘電特性の周波数依存性

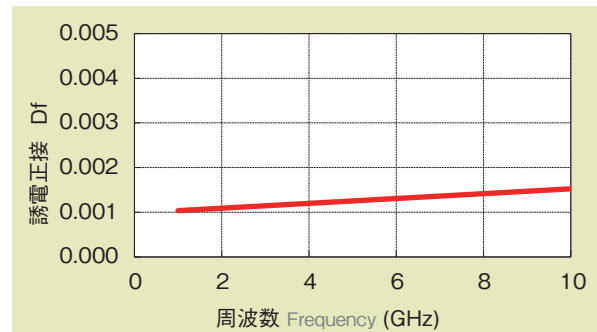
周波数が上昇することで、誘電特性、すなわち比誘電率と誘電正接の値が、どのように変化するのか調べた結果が図1です。

CS-3379Mは周波数が上昇しても安定した誘電特性を示しているのが見て取れます。

図1 誘電特性の周波数依存性  
Df/Dk according to frequency



▲比誘電率



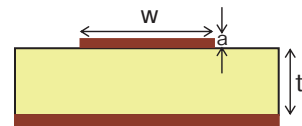
▲誘電正接

周波数(GHz) Frequency		1	2	3	5	10
CS-3379M	比誘電率 Dk	3.18	3.18	3.17	3.17	3.16
	誘電正接 Df	0.0010	0.0011	0.0012	0.0013	0.0015

### ■伝送損失の周波数依存性

信号の周波数を、30キガヘルツ以上というミリ波帯の領域に設定して、伝送損失の程度を調べた

図2 試料の断面図  
Cross section of Test piece



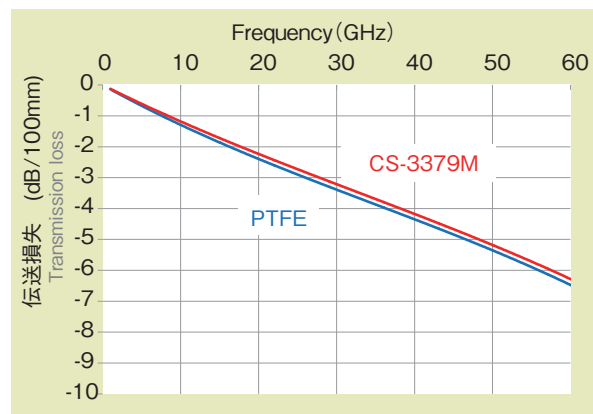
板厚(t)	: 0.13mm
銅箔厚さ(a)	: 18μm
ライン幅(w)	: 0.29mm
特性インピーダンス	: 50Ω

結果が図3です。

図2には試料の断面図を示しました。

CS-3379Mは、高価なPTFE樹脂基板と同等の伝送損失を示していることが見て取れます。

図3 伝送損失測定結果  
Signal transmission loss according to frequency



### スルーホール信頼性

車載用機器に搭載されるプリント配線板材料は、その使用環境が過酷であることから、温度サイクル、つまり、高温と低温に繰り返し曝されても回路（特に垂直方向の）が断線しないという信頼性が、ご採用への必須条件となります。

そこで試料を、マイナス40℃の低温とプラス125℃の高温に、それぞれ30分間、交互に置くことを3000回繰り返しました。

試料には貫通穴（スルーホール）をあげ、その内壁には「めっき」を施してあります。内壁のめっきにクラックが発生すると、貫通穴の両端で測定した抵抗変化率（縦軸）の値が突出します。

図4 冷熱サイクル試験結果  
Plated through hole reliability

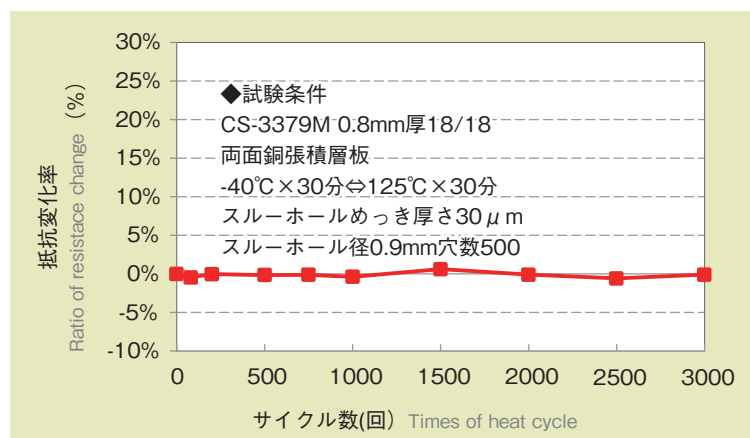


図4のごとく、3000サイクルを経ても、抵抗変化率の値は安定していますので、CS-3379Mは優れたスルーホール信頼性を有することが見て取れます。

### 複合基板の製作が容易で低コスト

ミリ波レーダの基板は、表層のアンテナ層はPTFE基板などの誘電特性に優れた材料をベースに、制御や電源のための基板は一般的な材料をベースに、それぞれ別の基板を製作して、両者を張り合わせた格好の複合基板になっています。

PTFE樹脂は焦げ付きが少ないフライパンの表面にも使用される樹脂ですから、レーダのアンテナ層にPTFE樹脂基板を採用すると、制御・電源基板との張りあわせの際、あるいはここにめっきを施す際、特別な加工が必要となり、コストも高みます。

これに対してCS-3379Mは、一般的なプリント配線板の加工機で、張り合わせや、めっき処理が可能ですので、コストの低減にも貢献します。

### 標準仕様

公称厚さ(mm) Thick.with Cu	実厚さ(mm) Thick.without Cu	銅箔厚さ(μm) Thick.of Cu
0.13	0.13	12, 18, 35
0.26	0.26	
0.39	0.39	
0.52	0.52	
0.78	0.78	

※実厚さは銅箔を含まない絶縁層厚さです。  
※詳細寸法につきましては別途ご相談ください。

### まとめ

CS-3379Mは、これまで携帯電話基地局のアンテナ基板などで多くのご愛顧を賜るCS-3376Gよりも、誘電正接、つまり信号の伝送損失を大幅に低減させた、高周波基板向けのプリント配線板材料です。

信号の伝送損失特性は、PTFE基板と同等で、価格は半額程度でご提供できるものと予想しております。

さらに、張り合わせや、めっき

といった加工を施す場合も、一般的な加工機で行うことができますので、製造コストの低減にも寄与できるものと期待しております。

ミリ波用途のほか、5Gアンテナや通信衛星、あるいはGPSアンテナの分野でも、ご利用いた

けるものと期待しております。

今後はより高い周波帯においての誘電特性の測定を行い、さらにご需要家様のご要望を取り入れながら、特性データを充実させる所存です。

ご評価の機会を賜りたくお願いします。

■一般特性 General properties

項目 Test items	条件 Condition	単位 Unit	CS-3379M	CS-3376G	CS-3355T (FR-4.0)
比誘電率 Dielectric constant	1GHz	—	3.2	3.1	4.2
	10GHz		3.2	3.1	—
誘電正接 Dissipation factor	1GHz		0.0010	0.0029	0.022
	10GHz		0.0015	0.0046	—
Tg Glass transition temp.	DMA	°C	205	200	150
吸水率 Water absorption	JIS	%	0.03	0.12	0.13
熱膨張係数 Coefficient of thermal expansion	Z (α <sub>1</sub> )	ppm/°C	30	90	65
曲げ強さ Flexural strength	Warp/Fill	MPa	160/160	360/310	670/550
曲げ弾性率 Flexural modulus	Warp/Fill	GPa	6/6	12/11	23/21
ピール強度 Peel strength	18μm	kN/m	0.7	1.3	1.6
はんだ耐熱性 Solder limit	260°C	sec.	300<	300<	300<
耐燃性 UL flammability	UL法	—	94V-0 equiv.	94V-0	94V-0

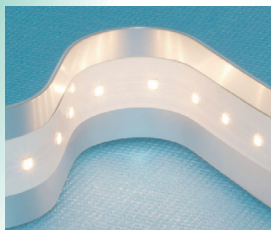
※上記の数値は測定値の一例であり、保証値ではありません。

# RISHOLITE 薄くて曲る

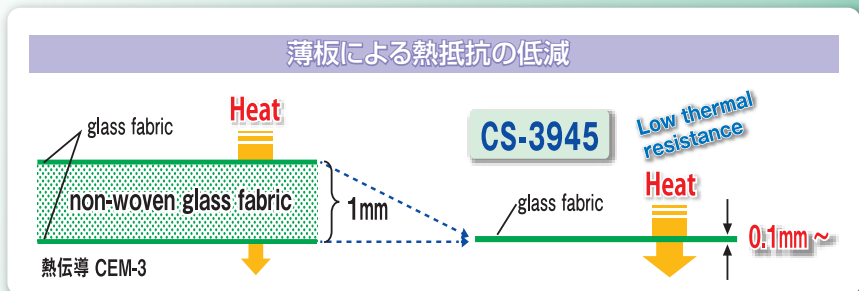
熱伝導率=1.3W/mk  
白色プリント配線板材料

**CS-3945**

LED照明基板、LCDバックライト基板、自動車ランプ基板に好適



曲面に沿って適用できます  
(厚さ0.1mm)



利昌工業株式会社

RISHO KOGYO CO., LTD.

URL: <http://www.risho.co.jp/>

大阪本社：大阪市北区堂島2-1-9

☎06(6345)8333

東京本部：東京都中央区八重洲1-3-22

☎03(3272)3771

名古屋支社：名古屋市中村区名駅南1-18-19

☎052(582)2971