

High Dk &amp; Low Df CCL for HF substrate downsizing

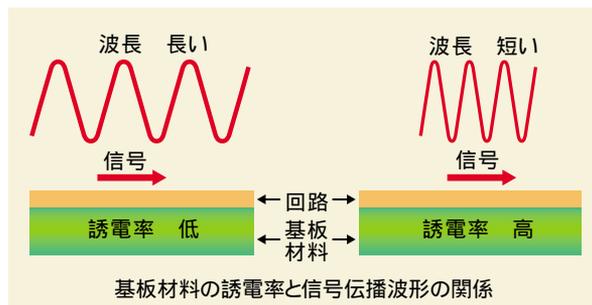
**高誘電率&低誘電正接** $\epsilon = 10$  and  $\tan \delta = 0.003$ ガラス布基材PPE樹脂プリント配線板材料CS-3396  
高周波基板のコンパクト化に貢献利昌工業開発本部 商品開発研究所  
西畑 武RISHO KOGYO CO.,LTD.  
Devising New products Division  
Takeshi Nishihata

CS-3396 銅箔面(左)と樹脂面

**誘電率と信号の伝播波長**

コンピュータや移動体通信機器（携帯電話・カーナビ）には高周波部品が多く使用されています。これらを搭載する高周波回路基板に要求される項目のひとつに小型化があります。

高周波基板を小型化するためには、基板材料の誘電率を高くするのが効果的です。下図にそのイメージを記します。



回路を流れる信号の伝播波長は、基板材料の誘電率が高いほど短くなります。そこで、高誘電率のプリント基板材料で回路を設計すれば、回路を短くすることができ、その結果基板が小さくなるため機器の小型化が実現できます。

**誘電正接はロスの度合い**

しかし一方で、回路に高周波の電流や信号が流れると、基板材料を構成する分子に振動が生じて熱エネルギーが発生します。これは電子レンジのマイクロウェーブが、食品に含まれる水の分子を振動させるのに似ています。この現象により、回路に流れる電流や信号が熱エネルギーに変わって生じる損失の度合いを誘電正接といいます。

従って、高周波基板を小型化するには、高誘電率で、かつ低誘電正接の特性を持った基板材料で

プリント配線板を作るのが効果的です。

現在、上記を満たす材料として、テフロン樹脂をベースとした高誘電率銅張積層板が市販されております。しかし、同材料は柔らかく取り扱いが困難であり、また、多層構造を形成し難い等の問題もあることから、他の樹脂をベースとした材料の開発が望まれておりました。

**高誘電率と低誘電正接を同時実現**

利昌工業では、これまで携帯電話の基地局アンテナ基板向けに、低誘電率・低誘電正接のPPE樹脂プリント配線板材料をご提供しておりますが、この度、低誘電正接特性はそのまま、誘電率のみを高めた、ガラス布基材PPE樹脂銅張積層板「CS-3396」を開発いたしましたので、ご紹介いたします。

**CS-3396の特長**

このたび開発しました、高誘電率・低誘電正接プリント配線板材料「CS-3396」は、独自の配合技術でPPE樹脂に高誘電率無機フィラーを高充填させることにより測定周波数1GHzにおいて、比誘電率 $\epsilon = 10$ と誘電正接 $\tan \delta = 0.003$ を同時実現しました（弊社ストリップライン法による）。以下に本製品の主な特長を示します。

- (1) 高誘電率  $\epsilon = 10$ で低誘電正接 $\tan \delta = 0.003$
- (2) 曲げ弾性率14GPaでフッ素基板より硬い
- (3) 吸水率が低い（0.02%、板厚1.6mm）
- (4) 熱伝導率が高い（約1W/m・K）
- (5) ドリル加工に優れる

**ラインナップも充実**

銅張積層板に加え、層間接着用接着シート

「AD-3396」や樹脂付銅箔「CD-3396」、コア材用基材レス両面銅張板「CC-3396」、多層化用プリプレグ「ES-3346」を同時に開発いたしましたので、部品内蔵基板など様々な形態に合わせた材料提供が可能です。12ページの写真もご参照下さい。

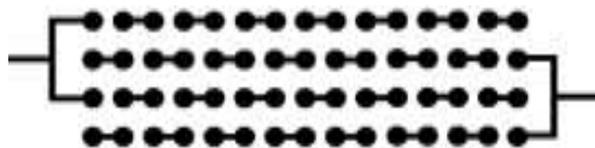
CS-3396の特性 Test data

1. 耐マイグレーション性 Anti-CAF

以下にスルーホール・スルーホール間の耐マイグレーション性(CAF)の評価結果を示します。

(1) 試料

0.6mm厚両面銅張積層板(外層銅箔18um)を銅スルーホール法により、次に示す配線パターンに加工したものを試料としました。

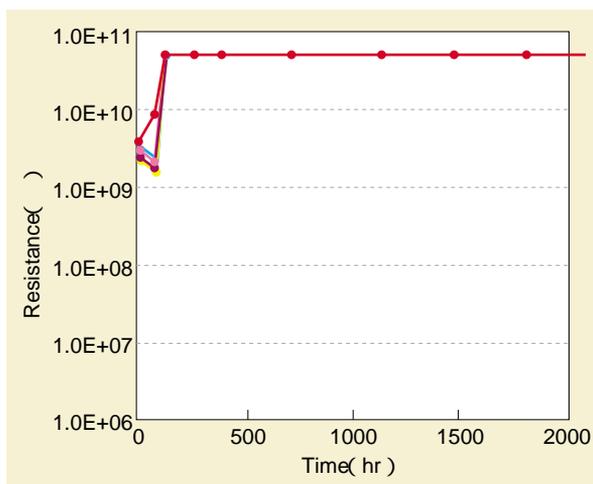


穴数 15穴×4列 ランドレス仕様  
Fig.1:Test piece image

(2) 試験条件

試験条件: 85℃, 85%RH, DC50V印加  
測定箇所: スルーホール/スルーホール間  
穴径: 0.9mm, 壁間0.3mm  
試料数: n=6

(3) 測定結果



Anti-CAF property test result  
Test piece thickness:0.6mm(18μCu double sided/cf.Fig.1)  
Test conditions:85℃/85%RH/DC50V applied  
Hole diameter:0.9mm/Hole pitch:0.3mm  
Number of test piece:6

CS-3396は高温、高湿の雰囲気下において、優れた絶縁信頼性を確認できております。

2. スルーホール信頼性

Plated Through Hole reliability

以下にホットオイルサイクル試験によるスルーホール信頼性の評価結果を示します。

(1) 試料

0.6mm両面銅張積層板(外層銅箔18um)を銅スルーホール法により、次に示す配線パターンに加工したものを試料としました。

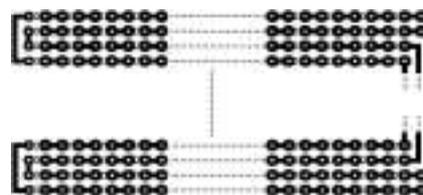
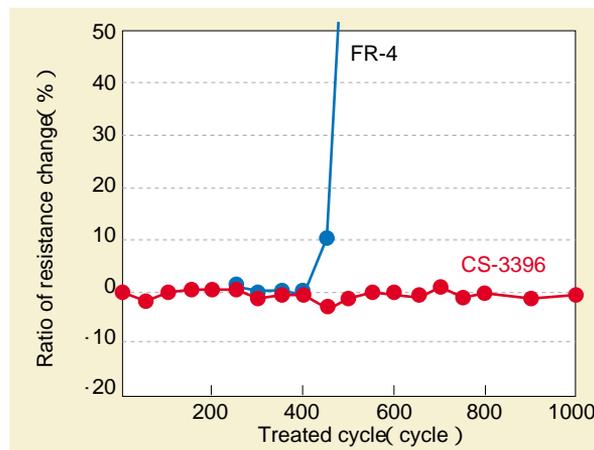


Fig.2:Test piece image

寸法 0.6×80×160mm  
穴径 0.9mm  
穴数 500穴(50×10穴 並列2パターン)  
穴間 2.54mm  
導体幅 1.0mm  
メッキ厚 平均20μm

(2) 試験方法

以下の処理条件で試料を処理し、常態値と処理後のスルーホール抵抗を測定し、常態値に対する処理後のスルーホール抵抗の変化を示しました。



PTH reliability test result  
Test piece size:0.6mm×80mm×160mm(cf.Fig.2)  
Hole diameter:0.9mm×500-hole/Hole pitch:2.54mm  
Pattern width:1.0mm/Plate thickness:20μm(Average)

一般的なガラスエポキシ基板（FR-4）では400サイクルあたりで異常が発生するのに対し、CS-3396は1,000サイクルにおいても導通抵抗に異常は見られませんでした。

### 3. ドリル加工性

Drill bit wear & Wall roughness of PTH

以下にドリル加工後のドリルの残存率および銅めっき後のスルーホールの内壁粗度を示します。

#### (1) 試料

0.6mm厚ガラス基材両面銅張積層板（外層銅箔35um）を試料としました。

#### (2) 試験条件

以下の加工条件でドリル加工を行いました。

基板重ね枚数	4枚重ね
エントリーボード	LE400(潤滑剤付きアルミ)
バックアップボード	紙フェノール積層板
ドリルビット	ST30(ストレートタイプ)
ドリル径	0.3 mm
回転数	120,000 rpm
ショット数	1,000 / 2,000 / 3,000
送り量( m/min )	3.60
チップロード( μm/rev )	30.0

#### (3) 試験方法

##### ドリル刃残存率

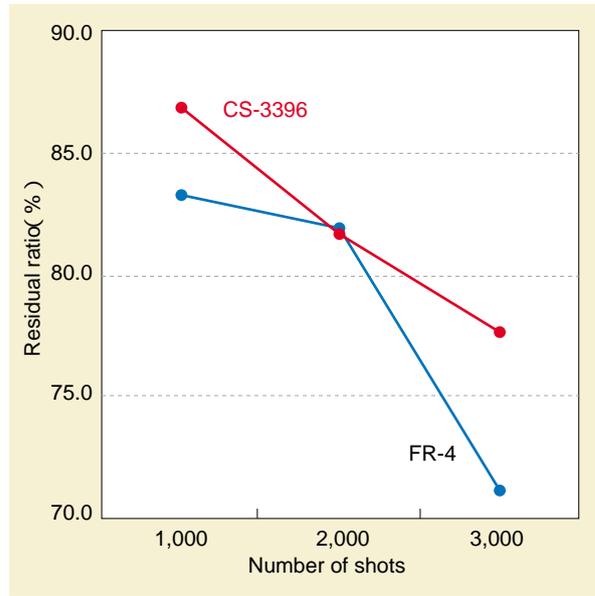
ドリル加工前のドリル刃の刃先面積と、加工後のドリル刃の刃先面積を測定し、下式より残存率を求めました。

$$\text{ドリル刃残存率} = \frac{\text{加工後刃先面積}}{\text{加工前刃先面積}} \times 100(\%)$$

##### 内壁粗度

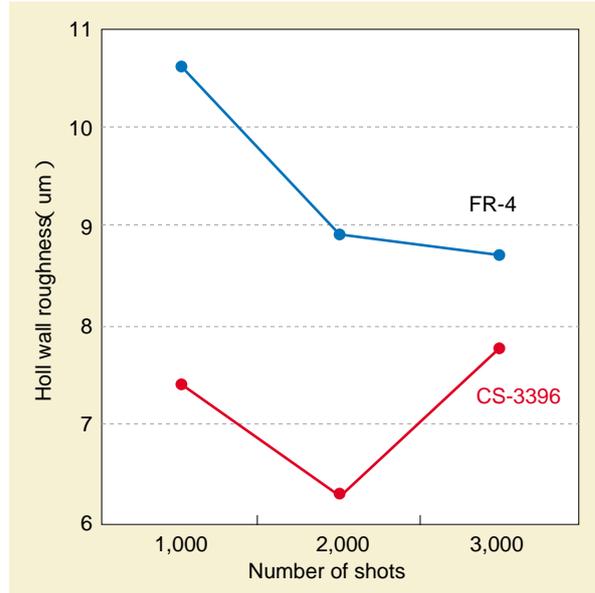
ドリル加工後に銅めっき処理を行い、内壁が最も荒れている箇所の粗度を測定しました。各ショット付近5穴（両壁，n = 10）を測定しました。

ドリル刃残存率の測定結果



Drill bit wear test result (Residual ratio %)  
 Test piece : 0.6mm thickness CCL(35μm double sided) × 4-stuck  
 Drill bit dia. : 0.3mm / Revolution:120,000(rpm)  
 Feed:3.6(m/min)/Tip load:30(μm/rev)

内壁粗度の測定結果



Test result of wall roughness of PTH  
 The roughness of the plated surface where hole wall is roughest was measured.  
 Number of the tested hole:10( Around 3000th shot)

#### (4) 試験結果

3000ショット後のCS-3396のドリル刃残存率はFR-4よりも高く、また同様に、内壁粗度は小さくなる傾向にあり、CS-3396はドリル加工性に優れています。

一般特性 General properties

試験項目 Test items		単位 Unit	処理 Treatment	CS-3396
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 A	M	C-96/20/65	$5 \times 10^8$
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 A	M m	C-96/20/65	$4 \times 10^7$
表面抵抗 Surface resistance	常態 A	M	C-96/20/65	$2 \times 10^9$
比誘電率 Dielectric constant	1GHz	-	A	11 ~ 12
誘電正接 Dissipation factor	1GHz	-	A	0.002 ~ 0.003
半田耐熱性 Solder limit	288	-	A	300sec OK
銅箔引剥し強さ Peel strength	銅箔35 $\mu$ m Cu 35 $\mu$ m	kN/m	A	1.0
曲げ強さ Flexural strength	タテ/ヨコ Warp/Fill	MPa	A	330 / 290
曲げ弾性率 Flexural modulus	タテ/ヨコ Warp/Fill	GPa	A	14 / 14
吸水率 Water absorption		%	E-24/50 +D-24/23	0.02
比重 Specific gravity		g/cm <sup>3</sup>	-	2.8
熱伝導率(熱線法) Thermal conductivity		W/mK	A	1.0
熱膨張係数(1) CTE(1)	タテ/ヨコ/厚み Warp/fill/Thickness	ppm/	A	15 / 15 / 55
ガラス転移温度 Tg	DMA		A	180
耐燃性 UL flammability		-	UL94	94V-1 equiv.

- ・試験方法はJIS C-6481に基づきます。(試料厚み1.6mm)
- ・A-受理状態 C-恒温恒湿処理 D-浸水処理 E-加熱処理 数字は時間 / 温度 / 湿度を表します。
- ・誘電率 誘電正接:0.3mm厚に成型したものをRF I-V法により測定した値です。
- ・Test piece thickness/1.6mm / Test method :JIS C-6481
- ・Dk & Df were measured by RF I-V method
- ・A=Accept state C=Constant Temp.&Hum. D=Dipping in water E=Heating Time/Temp./Hum.

まとめ

高周波回路用基板は、コンピュータなどの情報処理関連機器や携帯電話などの移動体通信関連機器を中心に多くの用途で使用されており、本製品

「CS-3396」は、特に製品の小型化に寄与するものとして今後需要が増加していくものと考えております。

We have developed newly CCL "CS-3396"series. CS-3396 is High-Dk (e=10) and Low-Df (tand=0.003) CCL for printed circuit materials. We already supplied Low-Dk and Low-Df CCL made from PPE resin. CS-3396 achieved High-Dk and Low-Df propertis by mixing inorganic filler into PPE resin. CS-3396 has high thermal conductivity "1 W/mK". CS-3396 has good handling and drilling workability compared with PTFE based High-Dk CCL. In addition, CS-3396 can make multilayered PCB by using prepreg "ES-3346". Furthermore, we have developed Prepreg, Resin Coted Copper, Bonding sheet and Nonreinforced

CCL using the same resin. We expect that CS-3396 series will contribute to downsizing of HF-devices.



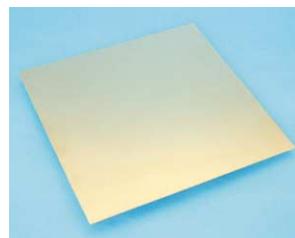
多層化用プリプレグ  
Prepreg/ES-3346



樹脂つき銅箔  
RCC/CD-3396



層間接着用シート  
Bonding sheet/AD-3396



コア材用基材レス銅張板  
Nonreinforced CCL/CC-3396