CCL for IC package substrate with excellent coplanarity property

半導体パッケージ用プリント配線板材料 CS-3666X

リフロー時の反りを抑え、ドリル加工性も良好

利昌工業（株）化学技術研究所 RISHO KOGYO CO.,LTD. Chemical Science R&D Laboratory

池田 剛 Tsuyoshi Ikeda

久保朋子 Tomoko Kubo

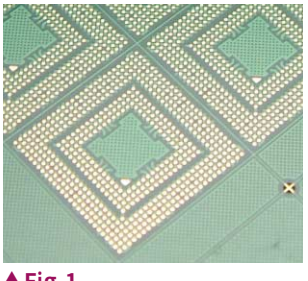
堀居 篤 Atsushi Horii

寺田勇介 Yusuke Terada

▲CS-3666X
パッケージ用プリント配線板材料

■半導体パッケージとは

パソコンや携帯電話などの機器には、CPUやMPU、メモリーなどコンピューターの中枢を担う部品が搭載されており、ここに半導体パッケージ基板が使用されています。

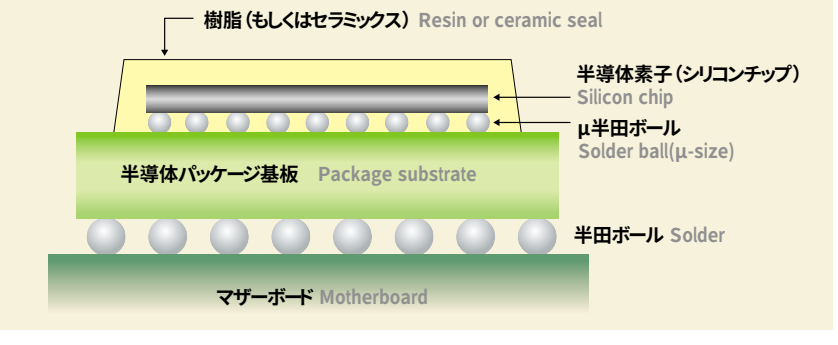


▲Fig.1
半導体パッケージ基板のイメージ
薄型化にともない反りの低減が課題となっております

Fig.2は半導体パッケージのイメージです。半導体素子（いわゆるシリコンチップ）は非常に繊細であり、目に見えないゴミや水分あるいは光が誤動作の原因となることもあるため、樹脂あるいはセラミックスで覆われています。

また、半導体素子とマザーボードをつなぐインターポーザーの役目を担うパッケージ基板には、1×1cm程の範囲に直径0.1mm程度の穴が100個以上も開けられるなど、高度な加工が施されています。

Fig.2 半導体パッケージのイメージ Image of semiconductor package



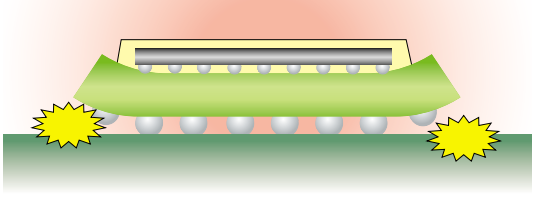
■高密度化が進む半導体パッケージ基板

電子機器の軽薄短小化と高性能化に伴い、半導体パッケージ基板も薄型化、配線ピッチの狭小化や微細化が進むなど、年々高密度化が加速しています。また高密度実装のために、SiP（System in Package）やPoP(Package on Package)などの3次元パッケージも登場しています。

■反りの低減とドリル加工性の向上

パッケージ基板の薄型化が進むと、剛性が不足する基板材料では、リフロー時の高温で反りが発生しやすくなり、Fig.3のように、実装不良の発生率が高くなります。このため、半導体パッケージ用のプリント配線板材料には、薄くても高温条件下で剛性を維持できる性能が求められています。また基板材料と半導体素子との熱膨張差も、反りの原因となるため、接続信頼性を高める重要なポイントです。

Fig.3 リフロー実装時の反りによる接続不良
Defective reflow soldering caused by warpage



さらに、狭ピッチ化に伴う高度なドリル加工性もまた求められます。

利昌工業ではこの度、高温時での剛性が高く、低熱膨張でかつドリル加工性にも優れる半導体パッケージ用プリント配線板材料 CS-3666X を開発しましたので、ご紹介します。

■CS-3666Xの特長

(1) 剛性…リフロー時の反り特性

Fig.4より、CS-3666Xはこれまでのパッケージ基板材料に比べ、25℃ならびに250℃の温度条件下で、ともに曲げ弾性率が格段に高いことが分かります。このため、たわみ量も他に比べて小さい値となっています。(Fig.5)

Fig.4 曲げ弾性率 Flexural modulus

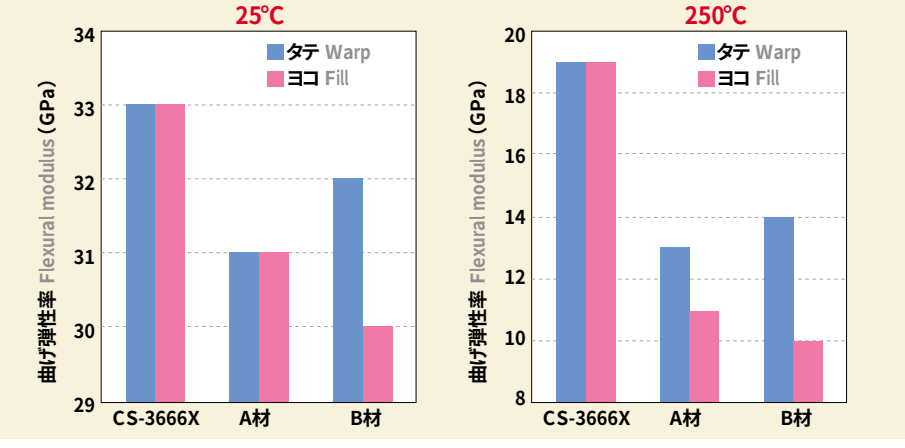
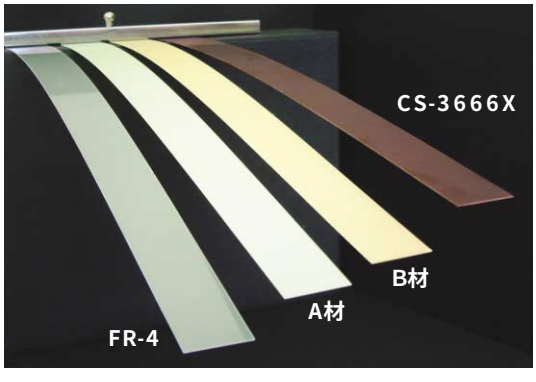


Fig.5 たわみ量 Deflection
Size:0.4mm×25mm×330mm



また、昇温とともに貯蔵弾性率は低下しますが、CS-3666Xは弾性率低下が小さい結果を示しています。(Fig.6)このことから、CS-3666Xはリフロー時の反り低減が期待できる材料であることがわかります。

(2) 低熱膨張性…半導体素子との熱膨張差

Fig.7、Table 1に熱膨張特性を示します。CS-3666Xは従来パッケージ基板材料よりも熱

Fig.6 貯蔵弾性率(DMA曲げ) Storage elastic modulus

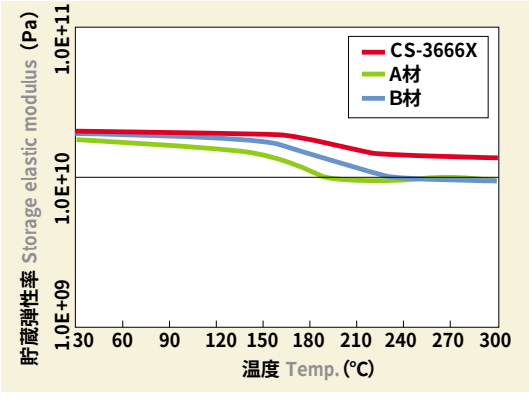


Fig.7 TMA曲線

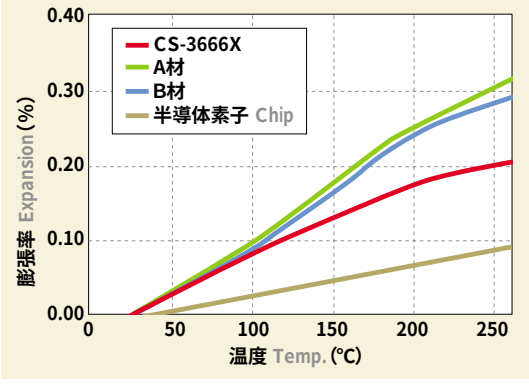


Table 1 熱膨張係数、熱膨張率

項目		単位	CS-3666X	A材	B材	半導体素子 CHIP
熱膨張係数 CTE（X方向）	α_1	ppm/℃	10	13	13	3〜4
	α_2	ppm/℃	5	10	9	
熱膨張率 Thermal expansion	30→260℃	%	0.16	0.32	0.29	0.09

膨張量が小さいため、半導体素子との熱膨張差による反りが小さく、接続信頼性が期待できます。

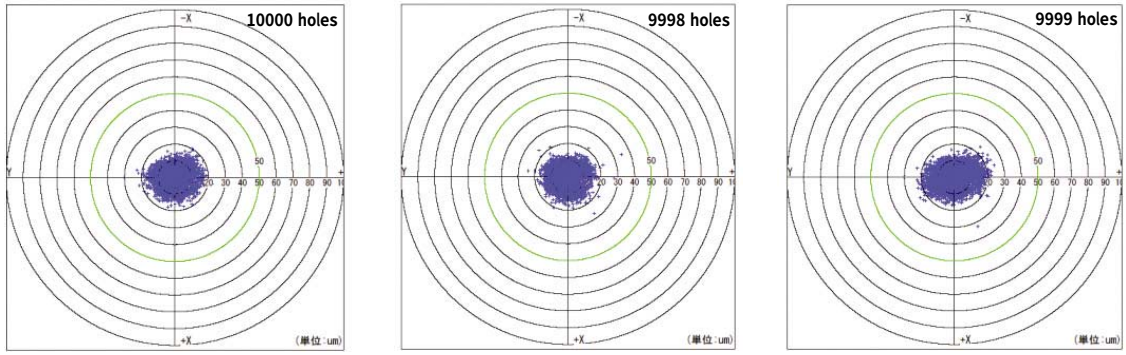
（3）ドリル加工性

一般にパッケージ基板の弾性率を高めるためには、シリカ成分の多い特殊ガラス布を基材にしたり、樹脂に無機フィラーを高充填するため、これらがドリルビットの障害となり、加工性の低下が懸念されますが、CS-3666Xは加工性に優れるEガラス布を使用し、フィラーも含んでおりませ

Fig.8 ドリル加工性 Drilling workability

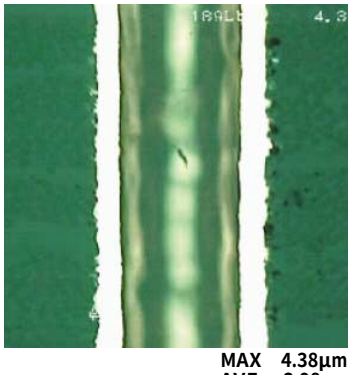
①穴位置精度 Positioning accuracy

CS-3666X　A材　B材



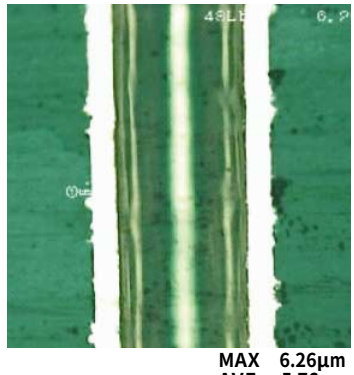
②内壁粗度 Wall roughness

CS-3666X



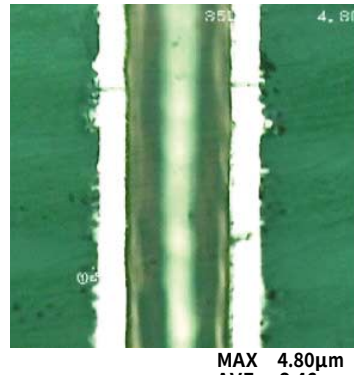
MAX 4.38μm
AVE. 3.98μm

A材



MAX 6.26μm
AVE. 5.76μm

B材



MAX 4.80μm
AVE. 3.46μm

試料厚み Thickness ：0.8t（18/18）
回転数 Revolution ：240 krpm
エントリー Entry board：LE800（三菱ガス化学製）

重ね枚数 Stack ：1枚重ね 1 sheet
チップロード Chip load ：9 μm/rev
バックアップ Back up board：1.5mm厚　ベーク板 1.5mm Paper/Phenolic laminates

ドリル径 Bit dia.：φ0.15
Shot数 Number of shot ：〜10000 shot

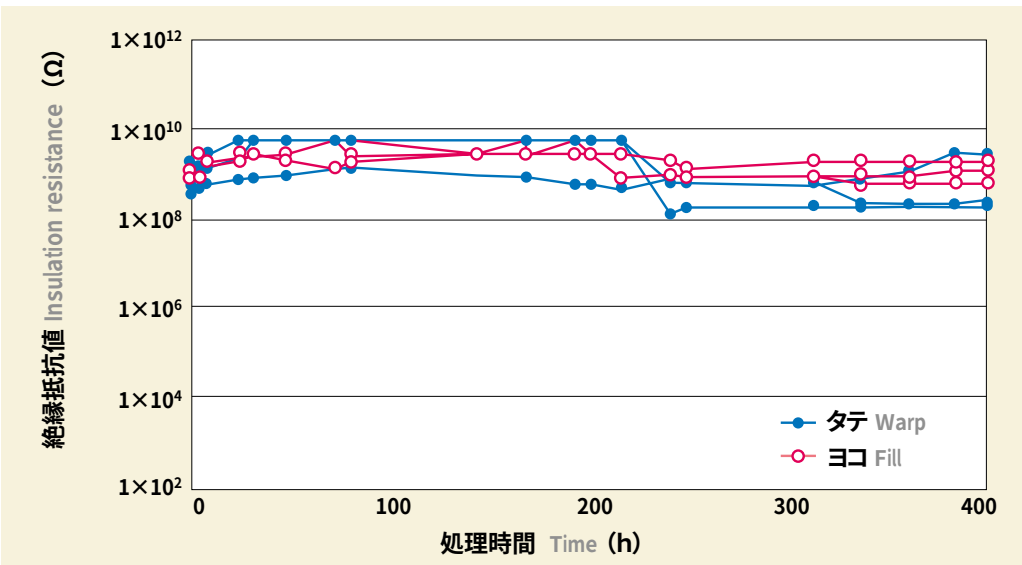
ん。そのため、穴位置精度いわゆる穴加工の位置ズレは小さく、また内壁粗度も優れております。(Fig.8)

(4)狭ピッチ耐マイグレーション性(耐CAF性)

狭ピッチ化が進むにつれ、絶縁信頼性の心配もありますが、ドリル加工性に優れるCS-3666XはFig.9のような過酷な条件化での狭ピッチ耐ＣＡＦ性に優れます。

試料厚み	Thickness	：0.4t（12/12）
ドリル径	Bit dia.	：φ0.25
壁間	Hole pitch	：0.1mm
試験条件	Treatment	：HAST 130℃ 85%RH 400h
印加電圧	Load	：DC 5.5V
評価パターン	Patern	：15穴×4列（ランドレス仕様）15×4 holes(Landless)

Fig.9 耐CAF性 Anti-CAF property



(5)一般特性

Table 2 に一般特性を示しました。

■まとめ

CS-3666X は、リフロー実装時の反り低減に寄与する材料であり、半導体パッケージ基板のほか、高剛性、低熱膨張性、ドリル加工性、狭ピッチ耐 CAF 性の求められる分野での採用を期待しております。

IC package is being thinner increasingly. PWB material for IC package substrate is also becoming thin at the same time. Thin PWB material can not keep stiffness under high temperature Therefore it is serious problem that warpage of thin PWB material under reflow soldering causes defective mounting (Fig.3). Difference of thermal expansion between semiconductor chip and package substrate also causes the same problem. We have developed PWB material , CS-3666X ,which can keep stiffness even under high temperature of reflow soldering(Fig.4/Fig.5/Fig.6).CS-3666X would be also excellent in connection reliability of IC package because it has less thermal expansion than other PWB material(Fig.7/Table1). CS-3666X is made of glass fabric which has excellent workability , and it also contains no filler. CS-3666X is so excellent in drilling workability that it could contribute to improve drill positioning or hole wall roughness.(Fig.8)And its excellent anti- CAF property could be up to fine PWB pattern(Fig.9).

Table.2 一般特性試験結果（0.8mm厚） General properties

項目 Test item		単位 Unit	処理条件 Treatment	CS-3666X	A材	B材
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態	MΩ	C-96/20/65	3×10^{9}	1×10^{9}	4×10^{9}
	処理後		C-96/20/65 +D-2/100	3×10^{8}	8×10^{7}	2×10^{9}
体積抵抗率 Volume rsistivity	常態	MΩm	C-96/20/65	7×10^{7}	2×10^{7}	1×10^{8}
	処理後		C-96/20/65 +C-96/40/90	7×10^{7}	2×10^{6}	6×10^{7}
表面抵抗 Surface resistance	常態	MΩ	C-96/20/65	6×10^{9}	7×10^{8}	3×10^{9}
	処理後		C-96/20/65 +C-96/40/90	6×10^{9}	4×10^{8}	1×10^{9}
比誘電率 Dk	1MHz	—	C-96/20/65	4.8	4.8	4.1
誘電正接 Df	1MHz	—	C-96/20/65	0.010	0.015	0.019
半田耐熱性 Solder limit	260℃	秒 sec	A	300<	300<	300<
	288℃			300<	300<	300<
	300℃			300<	264	300<
曲げ強さ Bending strength	Warp	MPa	A	830	530	590
	Fill			730	520	490
曲げ弾性率 Flexural modulus (25℃)	Warp	GPa	A	33	31	32
	Fill			33	31	30
熱間曲げ弾性率 Hot flexural modulus (250℃)	Warp		200℃	19	13	14
	Fill			19	11	10
熱膨張係数（X/Y） CTE		ppm/℃	α_1（50→100℃）	10/11	13/13	11/13
熱膨張率（X） Thermal expansion		%	30→260℃	0.16	0.32	0.29
熱膨張係数（Z） CTE		ppm/℃	α_1（50→100℃）	27	28	33
			α_2（200→250℃）	110	160	124
熱膨張率（Z） Thermal expansion		%	30→260℃	1.30	1.80	1.51
吸水率 Water absorption		%	E-24/50 +D-24/23	0.14	0.10	0.16
銅箔引き剥がし強さ（18μm） Peel Strength		kN/m	A	1.6	1.1	1.3
ガラス転移温度 Tg	DMA法	℃	A	220	190	210
	TMA法	℃	A	200	170	180
ポアソン比（※0.4mm厚） Poisson's ratio(0.4mm)		1000N 0.5mm/min R.T.		0.18	0.22	0.21
耐燃性 UL flammability		UL94法		V-0相当	94V-0	94V-0

●試験方法はJIS C-6481に基づきます。 ●A-受理常態、C-恒温恒湿処理、D-浸漬処理、E-加熱処理 数字は時間/温度/湿度をそれぞれ示します。
尚、厚さ並び異なるプリプレグの構成品は、特性に差異があります。
Test method : JIS C-6481 A-Accept state C-Constant Temp. & Hum. D-Dipping E-Heating Time/Temp./Hum.