

RISHOLITE

T_g=300℃ 高耐熱プリント配線板材料
CS-3305シリーズ

Non filler



CS-3305K



ES-3310K

Middle CTE



CS-3305KA



ES-3310KA

Low CTE



CS-3305A

RISHOLITE high heat resistant PWB material, CS-3305 series, has such 3 types of item as CS-3305K with excellent embeddability, CS-3305KA with excellence in plated through hole reliability and CS-3305A with low CTE property. Each items has also excellent long term heat resistance. We also expect that ES-3300KA which is unclad laminates of CS-3305KA might be a alternative material of metal or super engineering plastic to achieve weight reduction or cost down.

■ ラインナップ Line ups

項目 Item		CS-3305K	CS-3305KA	CS-3305A
特長 Features		ノンフィラー Non filler	Middle CTE	Low CTE
ガラス転移温度(℃) Glass transition temp.	DMA	300	300	300
熱膨張係数(ppm/℃) Coefficient of Thermal Expansion	Warp/Fill Thick.	11~13 / 12~14 50~60	11~13 / 12~14 30~40	6~8 / 6~8 10~15
用途 Applications		バーンインボード Burn in board	部品内蔵基板、高耐熱部材用途 Component-embedded substrate	高輝度LED実装基板 高耐熱部材用途 Power LED substrate
		車載機器用基板、パワーモジュール基板 Automotive PWB, Power module substrate		車載機器用基板 パワーモジュール基板 ミニLED実装基板 Mini LED substrate

■ 求められる ふたつの耐熱性

プリント配線板は、まず、ここに部品をはんだつけする工程で高い熱に晒されます。最近の電子部品は表面実装タイプ、つまりリード線のないタイプが多くなっています。このような部品は、はんだペーストで基板上に仮留めされた後、自動はんだつけ装置(リフロー炉)に投入されます。このおり基板の最高温度は260℃前後になります。

次に熱に晒されるのは、機器に搭載された後です。はんだつけ工程は高温でもほんの数分ですが、

たとえばドライブレコーダに搭載されたプリント配線板は、昼夜の寒暖差あるいは季節ごとに絶え間なく繰り返される大きな温度変化に、寿命を終えるまで晒され続けるのですから、これはこれでけっこう過酷なものがあります。

このようにプリント配線板材料には、はんだつけの高温に耐え、かつ反らないというごく短期的な耐熱性。さらには長時間にわたり繰り返しの温度変化に晒されても回路を断線させないといった長期的な耐熱性、ふたつの耐熱性が必要です。

高耐熱材プリント配線板材料 開発の歩み

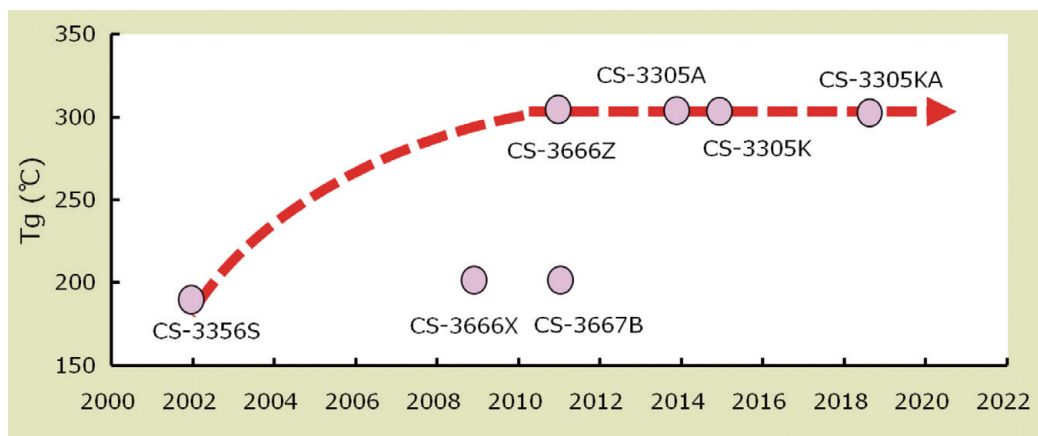
利昌工業の高耐熱プリント配線板材料開発の歴史は、1975年のCS-3525/ブラックG-10に始まります。この基板はICチップを直接搭載(ワイヤーボンディング)する際の300℃の熱に耐えるもので、

高価なセラミックス基板の代替として、当時出始めていたクォーツ式腕時計の基板に採用され、電子式腕時計の普及に拍車をかけました。

2002年にはガラス転移温度(T_g)が180℃の

CS-3356Sを開発。その後も、200℃、270℃と続き、2011年には業界最速でTg=300℃の材料を開

発するなど、高耐熱基板材料の開発は利昌工業が得意なところではあります。



▲高耐熱プリント配線板材料の開発は利昌工業が得意なところではあります

Tg=300℃ 長期耐熱性に優れたCS-3305シリーズ

本稿では高耐熱Tg=300℃クラスの最新ラインナップで、最近ご採用が増えているCS-3305シリーズについてご案内いたします。

■用途に応じたラインナップ

CS-3305シリーズには用途に応じて、ノンフィラーで部品埋め込み性に優れたKタイプ。多層基板にした際、厚み方向の電氣的接続信頼性(スルーホール信頼性)に優れたKAタイプ、そして熱的寸法変化が最も少なく(Low CTE)、曲げ弾性率にも優れたAタイプがございます。

いずれの材料も、はんだ付け時の反りや寸法変化が少なく、製品へ搭載された後の長期耐熱性にも優れるのが特長です。

◆埋め込み性に優れたCS-3305K

高耐熱と呼ばれる基板材料は、樹脂に多くの無機充填剤(フィラー)を配合しているものがほとんどです。フィラーは基板内に電子部品を埋め込む際、樹脂の流れを妨げる障害となります。

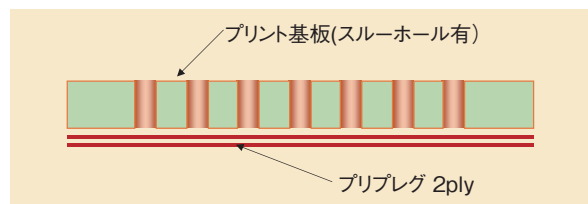
これに対してCS-3305Kは充填剤を含まない“ノンフィラー”タイプです。

【スルーホール埋め込み性】

そこでCS-3305Kのスルーホール埋め込み性について試験をしました。スルーホール(厚み方向へ電氣的接続をするためのめっき穴)がある基板の片側のみにCS-3305KのプリプレグであるES-3310Kを配しプレス成型します。成型後スル

ーホールの断面をデジタルマイクロスコープで確認したのが次ページ冒頭の写真です。

▼スルーホール埋め込み性試験用基板のイメージ



○プリプレグ

- ES-3310K 0.06t×2ply
(CS-3305Kのプリプレグ)
- 比較材 一般高耐熱材のプリプレグ
(シリカ充填) 0.06t×2ply

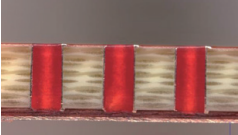
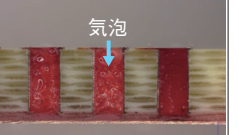
○プリント基板の仕様

- 板厚 0.8t (銅箔18μm)
- 穴径 0.4φ、0.9φ
- 穴数 540穴/(100×100mm)

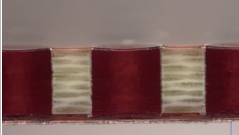
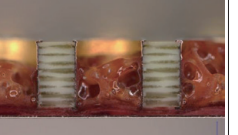
○試験結果

一般高耐熱材のプリプレグで成型した方は、充填剤が絡んで樹脂が流れず、スルーホール内に気泡が生じたり、穴をすべて埋めきれなかったりと、不都合が生じました。ES-3310Kはノンフィラーであることから、樹脂が良く流れて気泡が生じることなく、スルーホールが完全に埋まっていることが見てとれます。この優れた埋め込み性を高くご評価いただき、多くのご採用を賜っております。

▼試験結果：穴径=0.4mm

品番	ES-3310K 0.06t×2ply	一般高耐熱材プリプレグ 0.06t×2ply
穴径 φ0.4mm		
判定	○	×

▼試験結果：穴径=0.9mm

品番	ES-3310K 0.06t×2ply	一般高耐熱材プリプレグ 0.06t×2ply
穴径 φ0.9mm		
判定	○	×

▲CS-3305K スルーホール埋め込み性試験の結果 Through hole embedding property of CS-3305K

◆スルーホール信頼性に優れた CS-3305KA

基板材料の厚み方向への熱膨張係数(CTE)と、スルーホール壁に施された電気的接続用めっきのCTE、両者の乖離が大きいと、めっき面が破断(クラック)して接続不良を生じることがあります。繰り返しの温度変化のもと、このクラックの生じにくい特性が「スルーホール信頼性」です。

機器に搭載された後のプリント配線板材料の長期耐熱性は、このスルーホール信頼性に負うところが大きいといえます。

【スルーホール信頼性試験(狭ピッチ)】

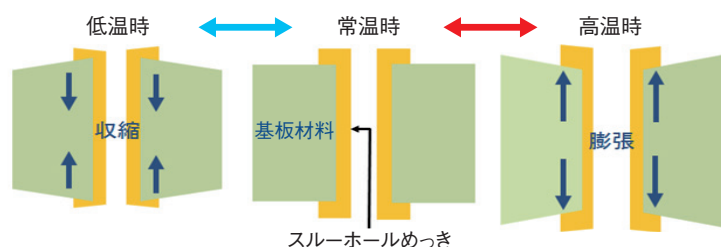
CS-3305KAの厚み方向へのCTEはスルーホール信頼性の向上に資するとされる30~40ppm/℃(ミドルクラス)です。そこで、0.2mm径の貫通穴が0.5mmという狭い間隔で240穴、スルーホールめっきを介して直列に接続されている基板を作成して、スルーホール信頼性を試験しました。

○試験用基板の仕様

●層構成 4層板

内層：CS-3305KA 0.2t (銅箔35μm)

外層：プリプレグ ES-3310KA
0.06t×2ply、銅箔35μm



▲温度サイクル試験時のスルーホールの挙動

- 穴径 0.2mm φ
- 穴数 240穴 (30×8穴)
- ピッチ 0.5mm
- めっき厚 20μm

○温度サイクル条件

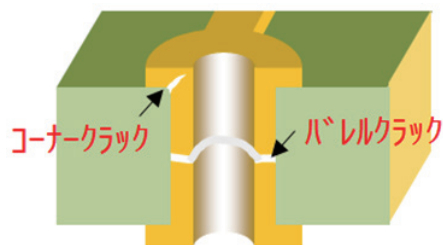
- 55℃⇔150℃

直列に接続された240の貫通穴に電流を流しつつ、基板をマイナス55℃の雰囲気中に30分、プラス150℃の雰囲気中に30分、交互に置くことを繰り返します(温度サイクル)。

貫通穴の両端には抵抗計を接続していますので、240穴のうち、ただのひとつにでも、接続用のめっき面にクラックが生じると、抵抗値が突出します。

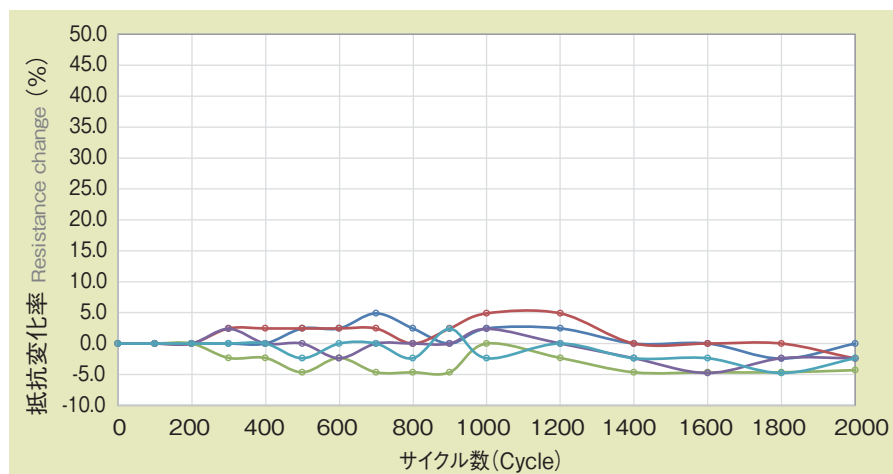
○試験結果

今回の試験では、一般的な温度サイクル条件である「-40℃⇔125℃」より過酷なものに設定したにも関わらず、CS-3305KAは抵抗変化率が安定しており、スルーホール信頼性の高い基板であることが確認できました。

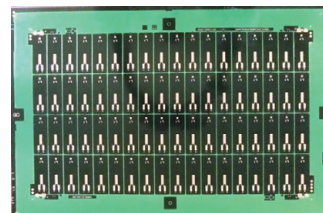


▲スルーホールめっきにクラックが発生するイメージ

▼CS-3305K スルーホール埋め込み性試験の結果 PTH reliability of CS-3305KA



温度サイクル条件
-55℃ ⇄ 150℃



▲試験用基板の外観

☆いずれのサンプルの絶縁抵抗値も、突出することなく安定的で、スルーホール信頼性に優れるという結果を得ました。

◆低熱膨張かつ高弾性 CS-3305A

CS-3305Aは汎用ガラス布（Eガラス）をベースに低熱膨張性を達成した高耐熱プリント配線板材料です。

3305シリーズの中では熱膨張係数が最も低く（X/Yともに6～8ppm）、微細な表面実装型部品をリフローはんだづけするのに好適です。さらに高弾性率（32GPa）、薄物対応可、黒色の外観という特長から、高輝度LEDや高耐熱部材を搭載する用途にご採用いただいております。

ただいまパワーデバイス用基板や大電流基板への適用に対応し、厚銅（105～300μm）の両面板をラインナップに加えるべく取り組んでおりますので、ご評価の機会を賜りたくお待ちしております。

【長期耐熱性試験】

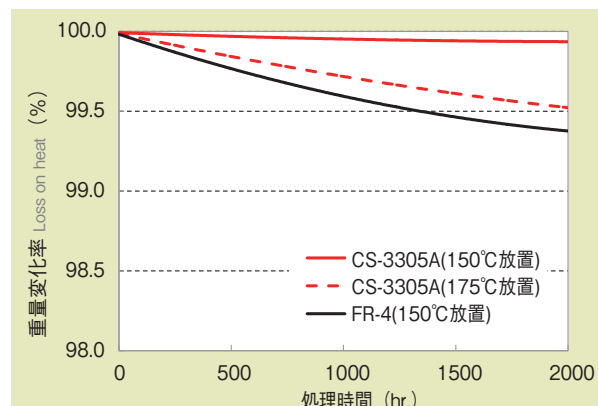
CS-3305Aのような樹脂製の材料を、長時間にわたり高温下におくと、分子どうしの結合が解けて重量が減ります。また、表面に近い分子ほど結合が解けやすいわけですから、ここに張り付けてある回路用の銅箔も剥がれやすくなります。

そこで、試料を150℃と175℃の雰囲気中に2000時間おいた際の、重量変化と銅箔引きはがし強度を試験しました。

○試験結果

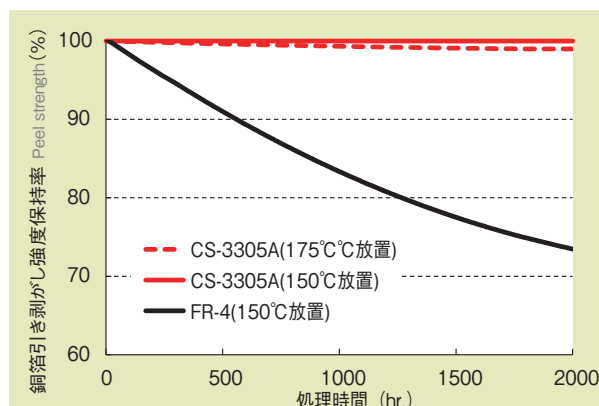
175℃加熱処理の重量減少率は2000時間が経過しても0.5パーセント。銅箔引きはがし強度にいたっては、ほとんど低下しないという結果を得ました。これによりCS-3305Aは長期耐熱性に優れた材料であると判断できます。

▼CS-3305A 高温下での重量減少率 Loss on heat



パワー半導体の内部温度に匹敵する175℃の雰囲気中に2000時間おいても、わずか0.5パーセントの減量に留まりました。

▼CS-3305A 高温下での銅箔引きはがし強度 Peel strength



175℃の雰囲気中に2000時間おいても、銅箔の密着強度はほとんど変化しませんでした。

■工業材料用途への展開

利昌工業では、50年以上にわたり熱硬化性樹脂をガラス布で強化した積層板（GFRP）の研究開発に取り組んでいます。

その中でもANSIグレードでG-11と呼ばれ、耐熱クラスがH種（180℃）相当のES-3260は、耐熱性に優れた絶縁材料として、多くのユーザー様よりご愛顧を賜っております。



▲ES-3260(G-11)を加工した工業材料のイメージ

そしてこのたび、このES-3260よりもさらに高い耐熱性である $T_g=300^{\circ}\text{C}$ を実現した材料として、ES-3300KAをご提案申し上げます。そこでES-3300KAがES-3260では適わなかった用途にもご採用いただけるかどうかを検証するため、高温下における機械的強度を試験しました。

なお、ES-3300KAは本稿で先にご紹介したCS-3305KAの銅箔を張らないタイプである、アンクラッド積層板です。

【加熱時の曲げ強さ】

利昌工業がご提供するGFRPは熱硬化性樹脂とガラス繊維の複合材であるため、樹脂のガラス転移温度を超えると樹脂部分が軟化して、機械的強度が大幅に低下します。

その特性を評価する方法として、JIS K 6911に準拠した試験方法「加熱時の曲げ強さ」があります。精密万能試験機のチャンバー内にて、試料を室温、150℃、200℃、そして250℃の雰囲気中に1時間放置し、その温度下のままで曲げ強さを測定しました。



▲精密万能試験機

○測定温度 室温、150℃、200℃、250℃

○評価項目 熱間曲げ強さ

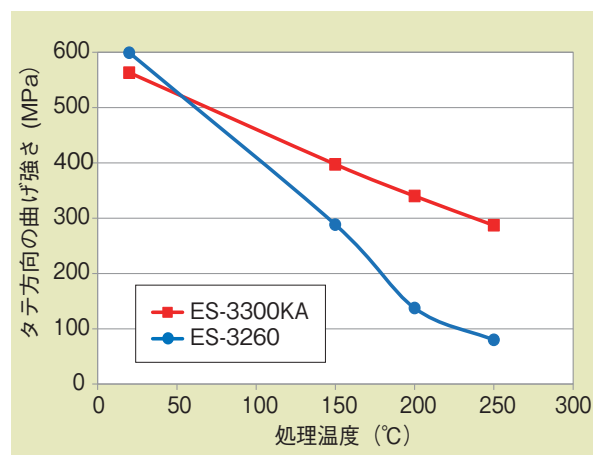
○試験結果

G-11グレードのES-3260は高温下でも比較的高い強度を保持する材料ですが、 T_g 点である180℃を超えて200℃に達すると強度が低下してしまいました。

いっぽうES-3300KAは T_g 点が300℃であるため、250℃の雰囲気においても約300メガパスカルの高い強度を保持するという結果を得ました。

300メガパスカルは10センチメートル角の試料に3トンの荷重がかかるイメージです。

▼加熱時の曲げ強度試験 Hot bending strength



ES-3300KAは250℃の雰囲気中で約300メガパスカルの荷重に耐えるという結果を得ました。

【長期耐熱性試験】

先に試験した加熱時の曲げ強さは短期的な耐熱強度を検証したのですが、ES-3300KAを加工して得られた部品は高温下で長時間使用されることもありえます。そこで長期熱処理後の曲げ試験も行いました。

○熱処理条件

- ①温度250℃ 1000時間
- ②温度300℃ 120時間

○評価項目

曲げ強さ

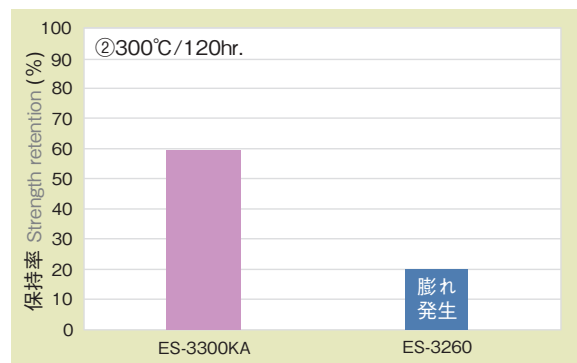
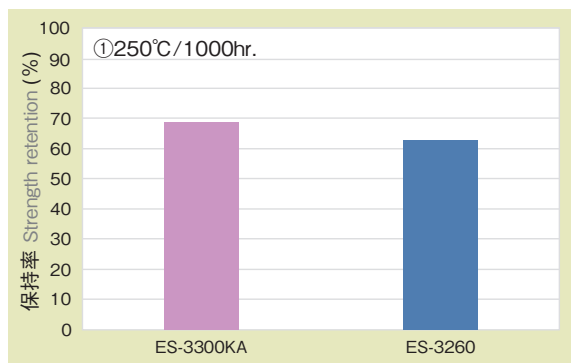
○試験結果

ES-3300KAならびにES-3260は、250℃で1000時間処置した後においても、ともに初期値の60%以上の曲げ強さ保持しており、長期耐熱性に優れたGFRPであることが見て取れます。

しかし、300℃で120時間処理した後においては、ES-3260にはデラミネーション(層間剥離)が発生しました。

いっぽうES-3300KAは約60%の強度を保持しておりますので、ES-3260では適わなかった用途にも、ご採用をご検討いただくに足る材料であることが確認できました。

▼長期耐熱性試験の結果 Long term bending strength retention



■まとめ

リショールライト高耐熱プリント配線板材料CS-3305シリーズは、用途に応じて3種類のラインナップを取り揃えております。

いずれの材料も長期耐熱性に優れますので、多くのご採用や引き合いを賜っております。

また、CS-3305KAのアンクラッド板であるES-3300KAは、高耐熱材料として実績のあるG-11

グレードのES-3260よりもさらに高い耐熱性を有する材料としてご提案申し上げます。

耐熱性が必要なため、これまでは金属やスーパーエンブラの加工品を使用していたといった場合には、ES-3300KAへ切り替えていただくことにより、軽量化やコストダウンが実現する可能性を秘めております。

ぜひ、ご評価の機会を賜りたくお待ちしております。

■一般特性 General properties

項目 Test items			単位 Unit	測定条件 Treatment	CS-3305K	CS-3305KA	CS-3305A
多層成型 Multilayer processing				—	○	○	○
ハロゲンフリー Halogen free compliant				—	○	○	○
ガラス転移温度 Glass transition temperature	DMA		℃	A	300	300	300
	TMA			A	240	240	—
熱膨張係数 Coefficient of thermal expansion	Warp	α ₁	ppm/℃	A	11～13	11～13	6～8
	Fill	α ₁	ppm/℃	A	12～14	12～14	6～8
	Thick.	α ₁	ppm/℃	A	50～60	30～40	10～15
ピール強度 Peel strength	35μm		kN/m	A	1.6	1.6	0.8
曲げ強度 Flexural strength	20℃	Warp	MPa	A	510	530	517
		Fill			450	450	503
曲げ弾性率 Flexural modulus	20℃	Warp	GPa	A	25	26	32
		Fill			24	25	31
耐はんだ性 (フLOAT) Solder limit (Float)			Sec	A	300	300	300
吸水率 Water absorption			%	E-24/50 +D-24/23	0.1	0.09	0.13
絶縁抵抗 Insulation resistance			MΩ	C-96/20/65	5.0×10 ⁹	4.2×10 ⁸	5.0×10 ⁹
				C-96/20/65 +D-2/100	3.0×10 ⁸	2.5×10 ⁸	7.0×10 ⁸
表面抵抗 Surface resistance			MΩ	C-96/20/65	6.0×10 ⁹	1.8×10 ¹⁰	8.0×10 ⁹
				C-96/20/65 +C-96/40/90	4.0×10 ⁹	1.1×10 ¹⁰	3.0×10 ⁹
体積抵抗率 Volume resistivity			MΩ・m	C-96/20/65	1.5×10 ⁸	4.2×10 ⁸	1.0×10 ⁸
				C-96/20/65 +C-96/40/90	1.0×10 ⁸	2.6×10 ⁸	7.0×10 ⁷
燃焼性 UL flammability				UL94	V-0 equiv.	V-0 equiv.	V-0 equiv.
熱伝導率(レーザーフラッシュ法) Thermal conductivity (Laser flash)			W/mK	A	0.3	0.6	0.7
特長 Feature				—	Non-filler	Middle CTE	Low CTE

☆上表の数値は、測定値の一例であり保証値ではありません。