

# RISHOLITE

## レジェンド ブラックG-10の血統を受け継ぐ 高耐熱黒色プリント配線板材料

RISHOLITE High Tg Black CCL series has come to have a lot of line-ups through developing new materials according to the needs of time for more than 40 years. They are much installed in such electronic devices as Quartz watches, Engine Control Units, Communication modules, Optical sensors and so on.



▲リショーライト 高耐熱黒色プリント配線板材料

### ■高耐熱性の要求

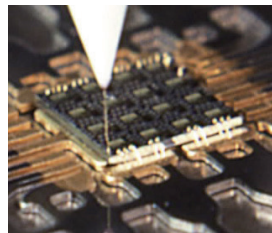
電子機器の進化にともない、プリント配線板材料にもさらなる高耐熱性が求められています。

その背景には「部品搭載方法の変化」と「低価格化による適用箇所の拡大」があります。

### ◇部品搭載方法の変化

鉛はんだを「こて」で溶かし、リード線がついた部品を基板にとりつけていた時代であれば、プリント配線板材料のガラス転移温度(以下、Tg)※は120℃程度でも十分でした。しかし、近年使用される「鉛フリーはんだ」の熔融温度は220℃以上にもなります。

またICチップを基板に直接搭載するワイヤボンディングでは、300℃以上もの高温が必要になります。

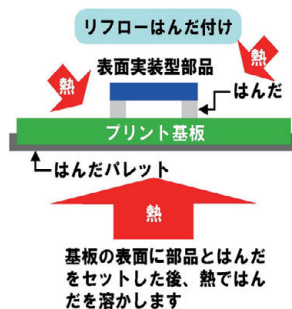


▲ワイヤボンディングのイメージ

機器の薄型化にともない、最近の部品は背が低くてリード線がつかない、表面実装タイプのものが多くなっています。

これをはんだペーストで基板に仮り留めした後、自動はんだ付け装置(リフロー炉)に投入するのですが、このおり炉内温度は最高点で260℃以上にも達します。

このようにプリント配線板材料には、部品を搭載する際の熱に対して、さらにはこの熱によって反



▲図1.リフローはんだ付けのイメージ

らないというタフさが求められます。

### ※ガラス転移温度(Tg)

高分子材料の中には加熱すると、ある温度で熱膨張率や弾性率などの物性が大きく変化するものがあります。この温度をガラス転移温度(Glass transition temperature)といい、材料の耐熱性を評価する基準のひとつとなっています。

### ◇低価格化による適用箇所の拡大

スマートフォンの性能は、かつてのスーパーコンピュータの性能を上回るほどですが、価格は誰もが購入できるほど安くなっています。

これと同様のことがさまざまな場面にもあてはまり、低価格になった高性能な電子機器が、いたるところに設置されています。

劣悪な温度環境に置かれるものも多く、例えば自動車の場合、キャビン内にあるカーナビやドライブレコーダーでさえ季節や地方によってはかなり過酷な状況になります。またエンジンを制御する機器はボンネット内に、レーダ類は車体の先端部にとりつけられることになります。

このような機器に搭載されるプリント配線板材料には、先にあげたはんだ付けの熱に加え、その後の稼働において、長期間にわたり高温下や低温下に置かれたり、あるいは大きな温度変化に繰り返しさらされたりしても回路の断線が生じないというタフさが求められます。

### ■リショーライト高耐熱黒色プリント配線板材料

これをうけて利昌工業では40年以上にわたり、プリント配線板材料の高耐熱化に取り組んでまいりました。最初にリリースした材料の色調が黒であったことから、その後の変化に対応するため改良した後継品も、黒色を踏襲しています。

そこで本稿では、さまざまな電子機器がはんだづけ時の熱対策を、さらに過酷な温度条件下であっても稼働し続けるタフさを必要とする中、多くのご愛顧を賜るリショーライト高耐熱黒色プリント配線板材料についてご紹介いたします。

## ■レジェンド ブラックG-10 CS-3520/CS-3525

リショーライト高耐熱黒色プリント配線板材料の嚆矢となるものです。1975年にリリースされ、今もなお社業を支え続けるレジェンドです。



先にご紹介したワイヤボンディングにおいて、基板には高い熱に加え、ワイヤを瞬間的に押さえ

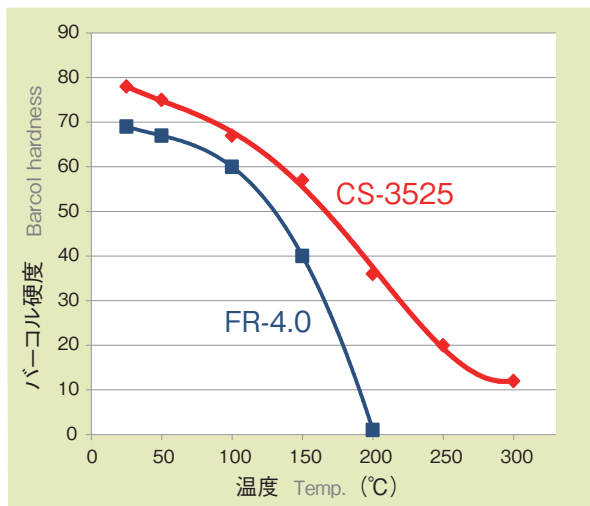
▲CS-3520/CS-3525  
Tg=160°C

つける圧力がかかります。当時のG-10タイプ、すなわち難燃剤を含まないガラス布基材エポキシ樹脂積層板のTgは120°C程度でしたので、これに耐えることができず、高価なセラミックス基板が使用されることで、製品価格が高くなっていました。

### ◇ワイヤボンディングに理想的な性能

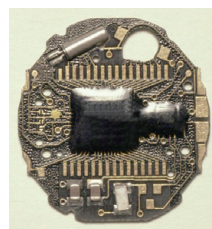
これを受けて開発されたのがCS-3520（片面板）/CS-3525（両面板）です。160°Cという高いTgに加え、これをはるかに上回る300°Cにおいても10分間の耐熱性をもち、280°Cでもバーコル硬度が10以上という「押し込み硬さ」を兼備。さらにセラミックスよりも低価格と、ワイヤボンディング用途に理想的な材料に仕上がりました。

#### ▼熱間バーコル硬度 Hot Barcol hardness



### ◇クォーツ時計の普及に貢献

当時は腕時計が機械式（スプリング）から電子式（クォーツ）に替わる端境期にありました。これを受けてTgを180°Cに高め、このあとご紹介するCS-3556SのベースとなったCS-3650もラインナップされましたので、時計各社様に採用され、クォーツ式腕時計の低価格化により、この普及に少なからず貢献しました。



▲ブラックG-10を用いた初期のクォーツ時計基板

新開発の高耐熱G-10材にはガラス布メーカー様へお願いして、基材には特殊な方法で黒染めにしたガラス布を採用しましたので、業界では「リショーのブラック」と呼ばれて一時代をなし、今でも多くのご愛顧を賜っております。

## ■Tg=180°C ハロゲンフリー 低熱膨張 CS-3556S

2003年頃のリリースで、鉛フリーはんだに対応するためTgを180°Cに高めた材料です。UL規格に適合する「難燃性」(94V-0)を付与し、環境への配慮から「ハロゲンフリー化」にも対応しています。

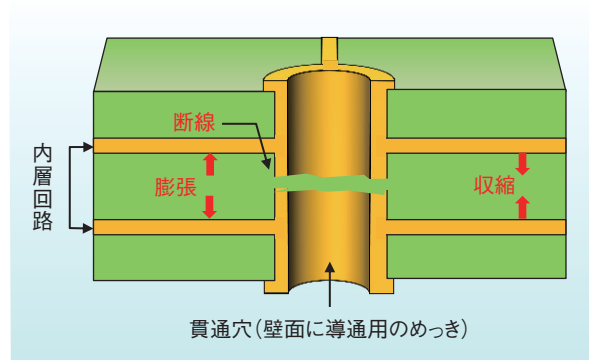


▲CS-3556S  
Tg=180°C/UL94V-0  
CTE=27ppm/°C

さらに、これを搭載した機器が繰り返しの温度変化にさらされても、回路の断線（とくに厚さ方向）が起こりにくい特性を兼ね備えています。

### ◇厚さ方向の断線に対応

下図のように多層プリント配線板の縦方向への



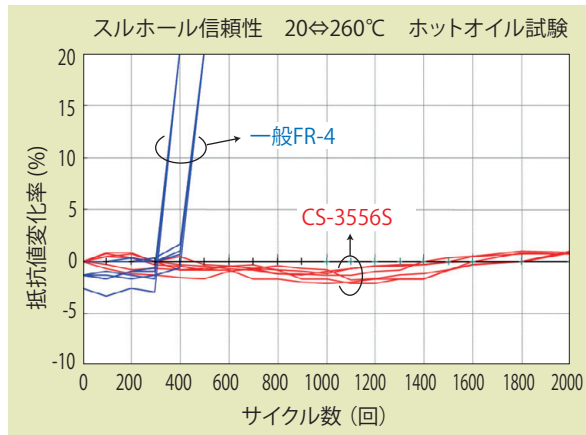
▲図2.縦方向への電気的接続と、それが破断に至るイメージ

電氣的接続は、垂直方向に貫通穴をあけ、この壁面に施されためっきを介して行われます。この際、基板材料が厚み方向に熱膨張と収縮を繰り返すと、壁面のめっきにストレスが蓄積し破断に至ります。

これに対応するためCS-3556Sの厚さ方向の熱膨張係数(以下、CTE)は27ppm/°C、すなわち1°Cの温度変化につき0.0027%の寸法変化に抑えられています。

### ◇スルーホール信頼性

CS-3556Sを過酷な温度変化に繰り返しおいて、厚さ方向への接続信頼性を調べた結果が、下のグラフです。



▲図3. CS-3556S 厚さ方向への電氣的接続信頼性試験  
回路が断線した時点で測定値が突出します

図2のような貫通穴(0.9mmφ×0.8mm、めっき厚は18μm)を直列に500個つないだ試料を8セット用意しました。これを260°Cのシリコン油に5秒、20°Cのエタノールに20秒、交互に置くことを2000回繰り返します。同時に貫通穴の両端にかかる抵抗値を計っており、500個のうちのひとつにでも断線が起きれば測定値が突出します。

一般的なガラスエポキシの難燃材(以下、FR-4)は厚さ方向のCTEが65ppm/°C前後もありますので、500サイクルまでに、すべてのサンプルが接続不良となりました。一方CS-3556Sの測定値は8セット、ともに2000サイクルでも安定しており、このことから厚さ方向への断線が生じにくい高い接続信頼性を備えていることが見て取れます。

このような点が評価され、CS-3556Sとその姉妹品であるCS-3356S(自然色)は、時計基板をはじめ、自動車の電子制御基板(ECU)や通信モジュール基板などに、多くのご愛顧を賜っております。

## ■Tg=300°C以上 ハロゲンフリー 極薄対応 CS-3305A

2014年のリリースで、Tg=300°C以上という超高耐熱材です。難燃性はUL94V-0相当、もちろんハロゲンフリー対応品です。機器の薄型化に対応するため、0.015mmから



▲CS-3305A  
Tg=300°C以上/  
UL94V-0相当  
CTE(X/Y)=6ppm/°C

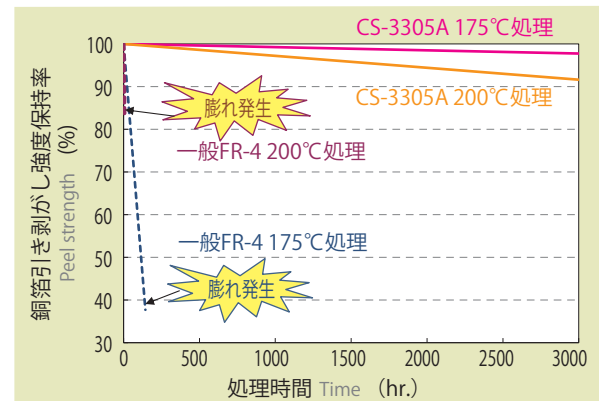
### ◇薄くても反りにくい

タテ・ヨコ方向のCTEはいずれも6ppm/°Cと、ICチップのそれに匹敵するため、両者の熱膨張率の違いから生じる回路の断線が抑えられます。

厚さ方向のCTEも10~15ppm/°Cの低熱膨張材で、熱による寸法安定性に優れることから、薄板に部品を搭載する際、基板の反りによる断線が起りにくい材料です。

### ◇長期耐熱性

CS-3305Aを過酷な温度状況下に長時間おいて、銅箔(回路)の剥落による断線が起きないか、信頼性を調べた結果が下のグラフです。



▲図4. CS-3305Aの銅箔引き剥がし強度  
過酷な温度条件に長時間置いても強度がほとんど低下しません

試料を175°Cと200°Cのオープンにそれぞれ3000時間おいた後、銅箔引き剥がし強度を測定しました。FR-4の銅箔引き剥がし強度は1.6kN/m(18μm)、CS-3305Aのそれは1.3kN/m(35μm)です。

FR-4は、わずか24時間(200°C)あるいは150時間(175°C)で銅箔が剥がれました。一方CS-3305Aは初期値と比べて、175°Cで97%、200°Cでも92%の引き剥がし強度を保持しており、過酷な温度条件においても回路の剥落による断線が生じにくい材料であることが見て取れます。

◇合理的な価格でご提供できる材料選定

CS-3305Aは設計の段階から、合理的な価格でご提供できる材料を選定しております。過酷な温度条件でも断線が起りにくい材料のご要望が増える中、多くの引き合いを賜っております。

■Tg=200℃ 光を遮蔽する CS-3667B

2016年にリリースしたTg=200℃の高耐熱材です。難燃性はUL94V-0相当のハロゲンフリー。タテ・ヨコ方向のCTEはいずれも13ppm/℃、厚さ方向は34ppm/℃の低熱膨張材でもあり、さまざまな用途へのご採用にお応えすることができます。

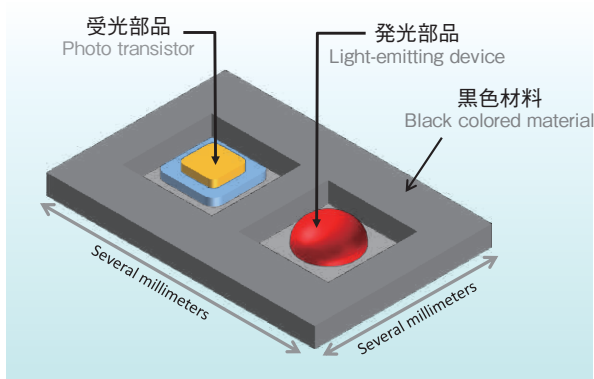


▲CS-3667B  
Tg=200℃/UL94V-0相当  
CTE(X/Y)=13ppm/℃

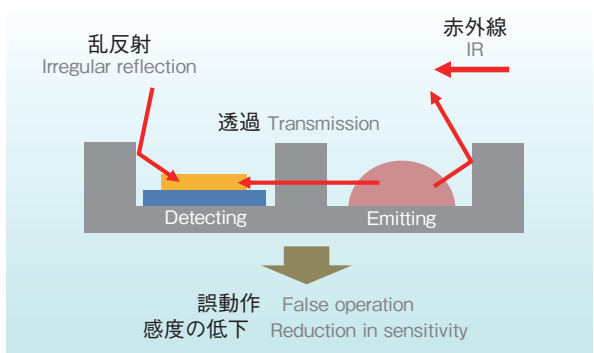
◇薄くても光を通さない

CS-3667Bの最大の特長は、0.1mmの薄板にしても光をほとんど透過しないことです。これにより光センサ基板へのご採用が増えております。

光センサは、下図のように数ミリ角の基板に発光素子と受光素子が一對になって搭載された構造



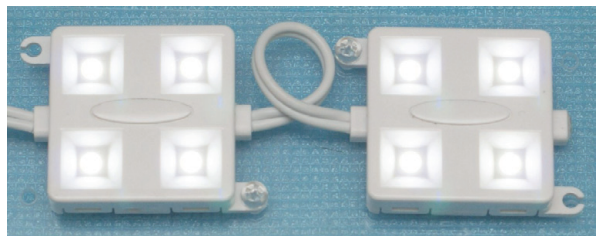
▲光センサのイメージ  
数ミリ角の基板に発光素子と受光素子が非常に近接して搭載されます



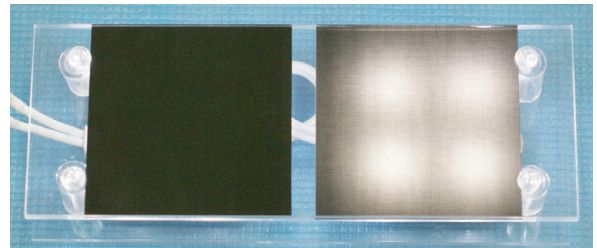
▲周辺の材料が光を乱反射したり、透過したりすると誤動作や感度の低下が起こります

です。これらは非常に近接していますが、不要な光（光学的ノイズ）を拾うと、センサの誤動作や感度の低下が生じるため、光学的に分離する必要があります。

CS-3667Bが光を遮蔽する性能をひと目でご承知いただくため、4灯で光束100ルーメンのLED光源に、厚さ0.1mmの試料をかざしたのが、下の写真です。右側にある汎用の黒色材料は、光源の形が認識できるほど光を透過していますが、CS-3667Bは全く光を通していないのが見て取れます。



▲4灯で光束100ルーメンのLEDモジュール

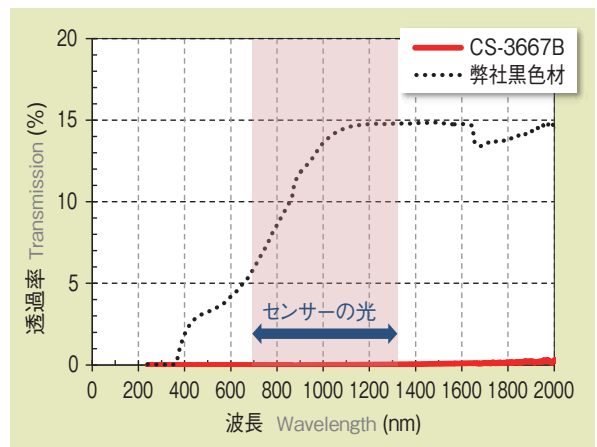


▲CS-3667B(左)は光を透過しないことが見て取れます  
☆厚みはともに0.1mm

◇センサに使用される光も遮蔽

CS-3667Bは可視領域だけでなく、センサによく使用される赤色から近赤外(650~1310nm)の光もよく吸収します。

▼CS-3667B(0.1mm厚)の透過率



可視領域(380~750nm)だけでなく、センサの光も遮蔽します。

■紙フェノールHB CS-1531

紙フェノールの汎用HB材にも、黒色材料をラインナップしております。難燃剤を含まないハロゲンフリータイプです。



電子機器の製造拠点が海外へと移転する中、紙フェノール材を国内生産するのは、利昌工業ただ一社となりました。メイド・イン・ジャパン品と

して、多くのご愛顧を賜っております。

■まとめ 電子機器の酷暑対策に…

リショールイト高耐熱黒色プリント配線板材料は、技術の進歩や市場のニーズにあわせることでラインナップが充実しております。

最近の夏の暑さは常軌を逸しており、この傾向が続くと、電子機器にもこれに配慮したプリント配線板材料が必要になると存じます。

ご評価の機会を賜りたくお待ちしております。

■一般特性

項目 Test items	単位 Unit	処理条件 Treatment	CS-3520 CS-3525	CS-3556S	CS-3305A	CS-3667B	CS-1531	
ハロゲンフリー Halogen free			○					
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	3×10 <sup>8</sup>	9×10 <sup>8</sup>	3×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>9</sup>	1×10 <sup>6</sup>
	処理後 After treatment		+D-2/100	1×10 <sup>6</sup>	5×10 <sup>7</sup>	1×10 <sup>8</sup>	1×10 <sup>8</sup>	2×10 <sup>2</sup>
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT	MΩm	C-96/20/65	4×10 <sup>7</sup>	5×10 <sup>7</sup>	1×10 <sup>8</sup>	1×10 <sup>8</sup>	2×10 <sup>7</sup>
	処理後 After treatment		+C-96/40/90	2×10 <sup>6</sup>	1×10 <sup>7</sup>	7×10 <sup>7</sup>	8×10 <sup>7</sup>	8×10 <sup>5</sup>
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT	MΩ	C-96/20/65	8×10 <sup>7</sup>	1×10 <sup>8</sup>	8×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>10</sup>	3×10 <sup>6</sup>
	処理後 After treatment		+C-96/40/90	4×10 <sup>6</sup>	5×10 <sup>7</sup>	3×10 <sup>8</sup>	4×10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>4</sup>
比誘電率 Dielectric constant	1MHz	—	C-96/20/65	4.3	4.4	4.1	4.9	4.2
誘電正接 Dissipation factor	1MHz	—	C-96/20/65	0.020	0.012	0.007	0.012	0.042
曲げ強さ Flexural strength	タテ Warp	MPa	A	580	610	520	570	170
	ヨコ Fill			480	450	500	510	150
曲げ弾性率 Flexural modulus	タテ Warp	GPa		—	31	32	27	—
	ヨコ Fill			—	28	31	25	—
熱間曲げ弾性率 Hot flexural modulus	タテ Warp	—		—	17 (200°C)	16 (250°C)	12 (250°C)	—
	ヨコ Fill			—	15 (200°C)	15 (250°C)	11 (250°C)	—
はんだ耐熱性 Solder limit		秒		300< (260°C)	300< (260°C)	300< (260°C)	300< (300°C)	30 (260°C)
銅箔引き剥がし強さ(18μm) Peel strength		kN/m		1.4	1.2	0.8	0.9	1.9 (35μm)
ガラス転移温度 DMA/TMA Glass transition temperature		°C		160/ -	180/160	300</ -	200/195	—
熱膨張係数 Coefficient of thermal expansion	タテ/ヨコ α <sub>1</sub> Warp/Fil			13/16	12/13	6/6 (0.1mm)	13/13	20/25
	厚み Z-axis	α <sub>1</sub>	63	27	10~15	34	—	
		α <sub>2</sub>	—	160	—	120	—	
熱分解温度(Td5) Decomposition temperature		°C	—	—	487	383	—	
耐燃性 UL flammability		UL94法	94HB	94V-0	94V-0 equiv.	94V-0 equiv.	94HB	

☆試験方法はJIS C-6481に基づきます。

☆処理条件の記号はA—受理常態,C—恒温恒湿処理,D—浸水処理,E—加熱処理,数字は時間/温度/湿度をそれぞれ表します。

☆上記の数値は試験値の一例であり、保証値ではありません The above figures show one of the test results at our laboratory