

FR-4タイプで高熱伝導性を実現

RISHOLITE

高熱伝導 ガラス布基材エポキシ樹脂プリント配線板材料

熱伝導率
一般材料の
6倍

白色 1.8W/mK



▲CS-3945(CCL)

熱伝導率
一般材料の
10倍

3W/mK



▲CS-3295(CCL)



▲ES-3245(プリプレグ)

RISHOLITE high thermal conductivity CCLs achieve excellent thermal conductivity of 1.8W/mK (CS-3945) or 3W/mK (CS-3295) in spite of being a composite material of woven glass cloth and Epoxy resin (so-called FR-4). CS-3945, for LED substare, also has excellent anti-discoloration property against heat. CS-3295, for power device substrate, also has excellent insulation strength and long-term reliability on electrical connectivity.

稼働時の高熱を逃がす

自動車のヘッドランプに使用される高輝度LEDや、電気自動車の電力変換装置に使用されるパワー半導体などは、稼働時に高い熱を発生します。

パワー半導体の内部温度は175℃にもなるといわれます。このような熱が部品の内部にこもると、誤作動や低寿命といったトラブルになりかねませんので、これを放散させるため、熱伝導性に優れたプリント配線板に搭載されています。

ガラス布とエポキシ樹脂でも高熱伝導

物理学の法則に「よく電気を通す物質は熱も通しやすい」(ウィーデマン・フランツの法則)というものがあります。このため高熱伝導プリント配線板材料には、優れた導電体であるアルミ板や銅板の表面に絶縁層を配し、この上に回路を形成したものが多くあります。

これに対して利昌工業では、いずれも優れた絶縁物であるため熱をあまり通さない、ガラス布とエポキシ樹脂の複合材(ガラスエポキシ)であるにも関わらず、熱伝導性に優れたプリント配線板材料をラインナップしております。

6倍の白色タイプと10倍のタイプ

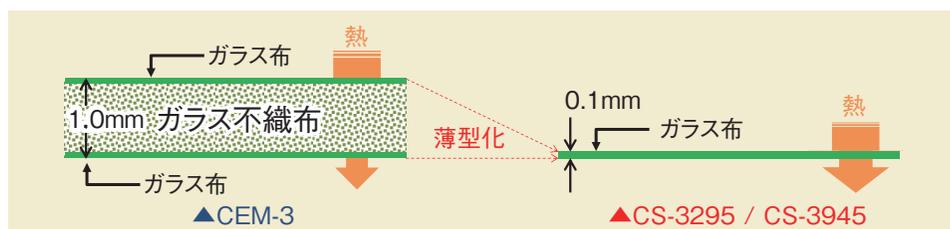
ガラスエポキシタイプのプリント配線板材料は業界でFR-4と呼ばれます。汎用品の熱伝導率は0.3W/mK程度です。これに対し、本稿でご紹介する高熱伝導FR-4タイプは、汎用品の6倍となる1.8W/mK、さらに10倍となる3W/mKのラインナップがあり、安価に放熱基板が製作できることで、多くのご採用を賜っております。

薄型化による熱抵抗の低減

一般的に繊維強化された高熱伝導プリント配線板材料の多くは、ガラス不織布をガラス布で挟んだ構造のCEM-3と呼ばれるタイプで、おのずと1mm程度の厚さとなります。

いっぽうガラス布のみで構成される利昌工業の材料は厚さ0.1mmにすることができます。このため熱の抜けが良い、つまり「熱抵抗の低減」を図れるのが特長です。

すぐれた熱伝導性と低い熱抵抗。これらの相乗



▲基板の薄型化による熱抵抗の低減(イメージ)

効果で、発熱部品を搭載する基板を、金属製の筐体などに密着させて、ここに熱を逃がすと、簡便

で効率の良い放熱設計が実現します。それでは個別に特長などをご案内いたします。

■6倍の白色タイプ／CS-3945

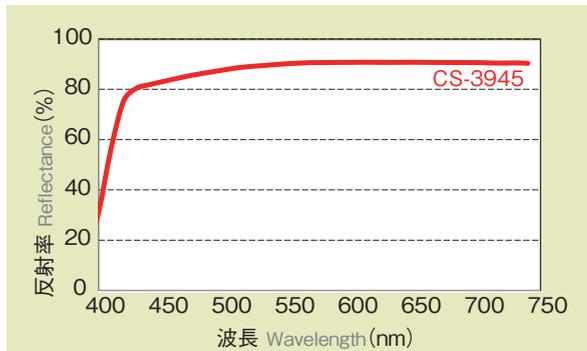
CS-3945の熱伝導率はFR-4の6倍となる1.8W/mK。さらにLED部品の搭載を視野に外観は、すべての可視領域にわたって高い反射率をもつ白色に仕上げております。

また、環境への配慮から臭素系難燃剤を含まないハロゲンフリー。UL燃焼性は94V-0で認証を取得しています。

LED照明は何万時間という長寿命が売りですが、JIS規格では、いわゆる「球切れ」に至っただけでなく、光束維持率が初期の70パーセントに低下した場合も寿命を迎えたものとみなします。

一般的に温度が10℃上昇すると、化学反応（材

▼銅箔除去面の分光反射率
Spectral reflectivity on resin surface



▲白色の樹脂面は、すべての可視領域において高い反射率を有します。

料の劣化) は2～3倍の速度で進むとされています。LEDが発する熱を次々に逃さないで、基板の劣化が進んで回路が断線したり、基板表面の色が変色することで反射率が低下したりと、カタログに謳われた時期よりも早く寿命を迎えることになりかねません。

■熱伝導率表示／切り替えのご案内

2012年のリリースよりこれまで、CS-3945の熱伝導率は1.3W/mKと、ご案内してまいりましたが、今後は1.8W/mKと、ご案内いたします。

1.3W/mKはJIS R 1611 (レーザーフラッシュ法) に基づき「熱拡散性」を測定して算出したもので、実用とは10倍もかけ離れた厚みをもつ試料を測定器にかけて得たものです。

これに対し1.8W/mKはASTM D5470 (定常法) に基づき「熱抵抗」を測定して算出したもので、日常的に出荷される材料と同じ厚さをもつ試料をTIMテスターにかけて得ました。



▲TIMテスター

これにより、お客様で使用される際の実情に即したデータであると判断いたします。

▼耐・熱変色性の比較 Discoloration resistance against heat

	初期状態	120℃加熱処理								
		24Hr	50Hr	100Hr	240Hr	500Hr	750Hr	1000Hr	1500Hr	2000Hr
CS-3945										
熱伝導 CEM-3										

▲試料を120℃の雰囲気置き、一定時間が経過することにより基板樹脂面の変色を比較したものです。LED照明は長寿命が売りですが、LEDが発する熱で基板が変色すると、光束維持率が低下するため、カタログ値よりも早く寿命を迎えることが起こります。

■10倍のタイプ／CS-3295

CS-3295はパワー半導体まわりへのご採用を視野に汎用FR-4の10倍となる3W/mKの熱伝導率を付与したプリント配線板材料です。

熱抵抗の低減のため、0.06mmといった薄物にしても3000ボルトの絶縁耐力があります。さらに室温(25℃)から、パワー半導体の稼働を想定した200℃まで、優れた絶縁性能を示します。

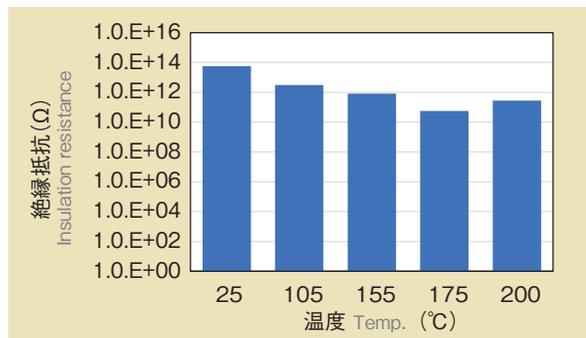
温度85℃／湿度85%の雰囲気にて2000時間。260℃の油中（10秒）と20℃の油中（20秒）に交互におくこと100サイクル。125℃の雰囲気（30分）とマイナス55℃（30分）の雰囲気にて交互におくこと2000サイクル。

以上のような過酷な条件においても、4層構造

▼厚さごとの絶縁耐力 Insulation strength according to thickness

絶縁層厚さ(mm) Thick of substrate		絶縁破壊電圧(kV) Breakdown voltage
0.06	(0.06t×1ply)	3
0.1	(0.1t×1ply)	5
0.12	(0.06t×2ply)	9
0.2	(0.2t×1ply)	10<

▼高温下の絶縁性 Insulation strength according to temp.

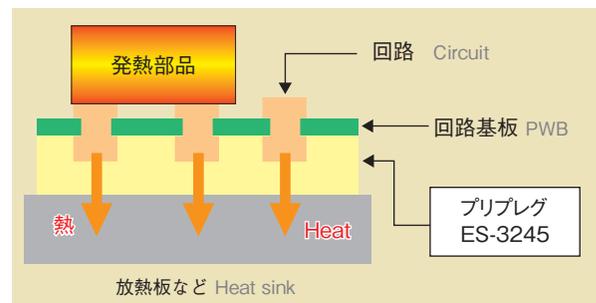


にした基板に電氣的な接続不良が生じないことも確認しております。

また、CS-3295のプリプレグであるES-3245を、接着剤を兼ねた絶縁構造材としてご利用いただくと、放熱設計の自由度が高まります。

▼長期信頼性 Long-term reliability on electrical conductivity

項目 Test item	条件 Condition	結果 Test result
表面マイグレーション (L/S=100/100) Surface migration	85℃/85% DC50V	2000Hr Pass
TH信頼性 (ホットオイル試験) PHT reliability	260℃/10sec. ⇕ 20℃/20sec.	100cyc Pass
冷熱サイクル試験 (気相) Heat cycle	125℃/30min. ⇕ -55℃/30min.	2000cyc Pass



▲ES-3245を介した熱伝導経路のイメージ

■一般特性 General properties

項目 Test item	単位 Unit	処理 Treatment	CS-3945	CS-3295
ハロゲンフリー対応 Halogen free compliance	—	—	Yes	Yes
熱伝導率 Thermal conductivity	Laser flash TIM tester W/mK	A	1.3 1.8	3 3
絶縁抵抗 Insulation resistance	常態 RT MQ	C-96/20/65	3×10 ⁸	6.5×10 ⁸
表面抵抗 Surface resistance	常態 RT MQ	C-96/20/65	1×10 ⁹	1.5×10 ⁷
体積抵抗率 Volume resistivity	常態 RT MΩm	C-96/20/65	1×10 ⁷	6.8×10 ⁸
耐トラッキング性 Tracking resistance	IEC	—	A	600
比誘電率(1Mz) Dielectric constant	常態 RT	—	A	7
誘電正接(1Mz) Dissipation factor	常態 RT	—	A	0.015
銅箔引き剥がし強さ Peel strength	35μm kN/m	A	A	1.1
はんだ耐熱性 Solder limit	260℃ sec.	A	A	300<
ガラス転移温度 Glass transition temperature	DMA ℃	A	A	140
吸水率(0.6mm) Water absorption	%	E-24/50 +D-24/23	A	0.1
比重 Specific gravity		A	A	2.4
曲げ弾性率 Flexural modulus	Warp/Fill GPa	A	A	31/29
曲げ強さ Flexural strength	Warp/Fill MPa	A	A	450/350
線膨張係数(α ₁) Coefficient of Thermal Expansion	Warp/Fill ppm/℃	A	A	13/14
線膨張係数(厚さ方向) Coefficient of Thermal Expansion(Z)	α ₁ α ₂ ppm/℃	A	A	20-30 130-150
可燃性 UL flammability	UL94	—	A	V-0

☆試験方法はJIS C 6481に準拠します。☆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。
The above figures are not guaranteed value but one of the test results at our laboratories.