

SiCデバイスの放熱基板に

8W/m・K 高熱伝導プリント配線板材料

Tg=270℃ 高耐熱性も兼備

RISHOLITE Aluminum base PWB material, AC-7208, has both High thermal conductivity of 8W/m・K and High Tg of 270℃. We expect AC-7208 will be used as thermal dissipation substrates of SiC devices. Resin Coated Copper, CD-7208 with the same insulation layer as AC-7208, is also available.



アルミベース
基板材料

AC-7208

Aluminum base PWB material



樹脂付き
銅箔

CD-7208

Resin Coated Copper

■ワット毎メートル・ケルビン

近年、プリント回路基板に搭載される部品には高輝度LEDや電力変換用半導体といった、高い熱を発するものが多くなっています。これらの部品が発する熱を速やかに放散させる経路とするため、プリント配線板材料には、高い熱伝導率が求められています。

これを受けてリショールイト・プリント配線板用材料のカタログでは、高熱伝導タイプの材料を筆頭に掲げ、それぞれの材料が持つ熱伝導率を「W/m・K」（ワット毎メートル・ケルビン）という単位でご紹介しております。

■熱伝導率(単位=W/m・K)とは

図1は、かなりラフに描いた熱伝導率(W/m・K)のイメージです。

熱伝導率(W/m・K)は、1メートルの厚みをもつ材料の両端に、1℃の温度差がある場合、その材料の1平方メートルの面積を通して、1秒間に流れる熱量という捉え方をします。

図1の条件で、1秒間に1ジュールの熱が流れた場合この材料の熱伝導率は1W/m・Kとなります。

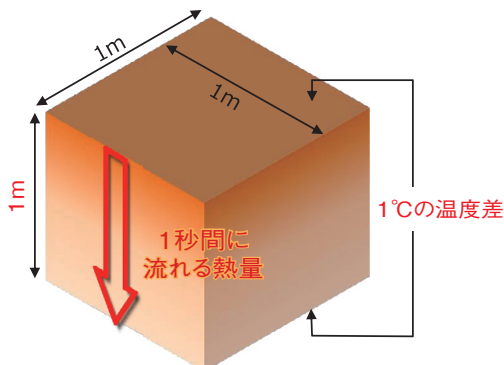


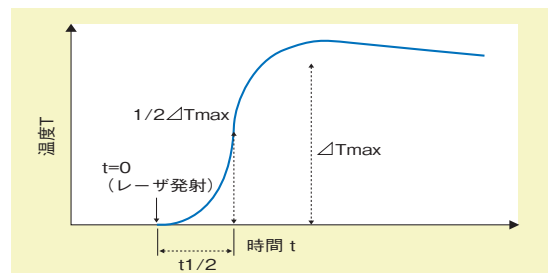
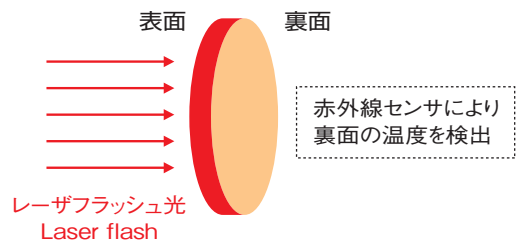
図1. 熱伝導率のラフなイメージ

■レーザフラッシュ法

プリント配線板の厚みはせいぜい1mm程度です。機器の小型化が進む中、A4サイズもあればかなり大きな基板となりますので、図1に見る材料のスケールは、とうてい現実的ではありません。

熱伝導率を測定するためには、様々な方法がありますが、利昌工業では、JIS R 1611（ファインセラミックスのレーザフラッシュ法による熱拡散率・比熱容量・熱伝導率試験方法）に準拠した測定装置に試料をセットし、ここで得られた測定結果をもとにカタログ値を表記しております。

この装置は、試料にレーザフラッシュ光を照射することで瞬時に表面を加熱します。表面の熱は時間の経過とともに裏面へ拡散しますので、裏面側の温度を測定することで厚さ方向への熱挙動を測定することができます。これは、裏面の温度が



【ハーフタイム法】

温度上昇全体の1/2だけ上昇するのに要する時間t1/2から熱拡散率を求めます。

最大温度の1/2に達するまでにかかった時間から熱拡散率を測定するもので「ハーフタイム法」と呼ばれています。

ここで得られた熱拡散率に、材料の比熱と密度を掛けることで、熱伝導率 (W/m・K) を算出します (式1)。

【式1】

$$\text{熱伝導率 (W/m}\cdot\text{K)} = \text{熱拡散率 (mm}^2\text{/s)} \times \text{比熱 (J/g}\cdot\text{K)} \times \text{密度 (g/cm}^3\text{)}$$

装置にセットする試料のサイズは1mm厚で10mm角程度といったものですが、比熱と密度の積から、この材料が1立方メートルのサイズになった場合に、その温度を1ケルビン (=℃) 上昇させるのに必要な熱量がわかります。これにハーフタイム法で得られた熱拡散率を掛けて理論的な熱伝導率を算出する訳です。カタログ値には、何度か行った測定の平均値を表記しております。

■8W/m・K Tg=270℃の新商品

このたび利昌工業では、熱伝導率が8W/m・Kで、かつ高耐熱性(Tg=270℃)も兼ね備えた7208系絶縁樹脂を開発しました。

そしてこれを絶縁層に配したアルミベース基板材料AC-7208と樹脂付き銅箔CD-7208をリリースしましたので、ご案内申し上げます。

◆材料構成

	アルミベース基板材料 AC-7208 Aluminum base PWB material	樹脂付き銅箔 CD-7208 Resin Coated Copper
構成		

◆標準仕様

	アルミベース基板 AC-7208	樹脂付き銅箔 CD-7208
絶縁層厚(μm) Insulation layer	120	
銅箔厚(μm) Cu foil	35, 70, 105	
アルミ厚(mm) Aluminum plate	1.0, 1.5, 2.0	—
寸法(mm) Dimensions	340×510, 510×510 など	

◆高熱伝導率(8W/m・K)

先にご紹介したレーザフラッシュ法を用いて測定した結果、7208系樹脂は、8W/m・Kの熱伝導率を示しました。これは利昌工業で開発した高熱伝導性絶縁樹脂の中では、最高レベルの性能です。

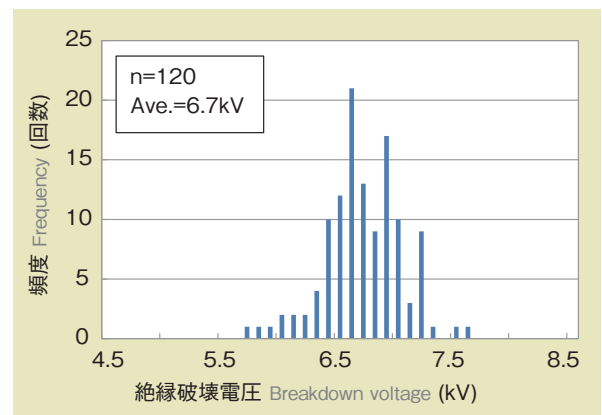
◆絶縁破壊電圧

7208系樹脂を絶縁層に配したアルミベース基板材料AC-7208(アルミ板1mm)の絶縁破壊電圧を測定(JIS C 2110準拠)しました。

平均6.7kV、標準偏差0.35と高い絶縁性を示します。

試験機器	耐電圧試験機 TOS5101 菊水電子工業製
昇圧速度 Step-up speed	500V/sec
漏れ電流の閾値 Threshold of leakage current	10mA

▼絶縁破壊電圧



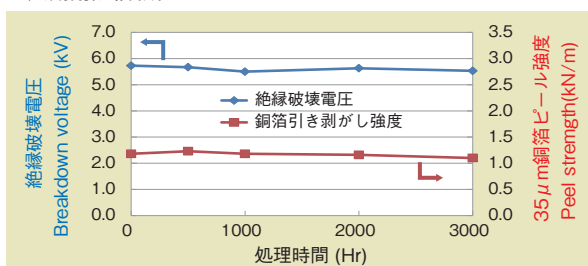
◆高耐熱性と長期信頼性

7208系樹脂には「高温下での使用」を想定して、270℃(DMA)という高いガラス転移温度(Tg)を付与しています。

高絶縁性を有する樹脂の開発において、高熱伝導性と高耐熱性の両立は非常に難しい課題です。7208系樹脂はこれを克服し、管見の限り、同じ用途の樹脂の中では、最高クラスの耐熱性を有しております。

さらに、この耐熱性は長期間にわたって発揮されます。AC-7208を175℃の雰囲気中に3000時間おいた後、絶縁破壊電圧と銅箔引き剥がし強さ(Cu:35μm)を測定しました。この結果、初期の値と比べ、ほとんど変化が見られないことを確認しております。

▼長期耐熱信頼性



◆パワーデバイスへの応用

米国ノースカロライナ大学では、次世代パワー半導体(SiC, GaN)のパッケージ構造を検討するにあたり、薄くて放熱性・絶縁性に優れ、漏れ電流が小さな材料を探しておられます。

これに応える材料としては酸化アルミや窒化アルミをベースとするセラミック基板が有力ですが、高コストでかつ厚みが250 μm程度になります。これに対し樹脂である7208は低コストで、さらに厚みも80 μmにできます。

同大学による試験では、7208系樹脂(80 μm)は、

基板	厚み (μm)	熱伝導率 (W/m·K)	熱抵抗 (m ² ·°C/W)
7208	80	8	1×10 ⁻⁵
アルミナ基板	254	23	1.104×10 ⁻⁵
窒化アルミニウム基板	254	170	1.49×10 ⁻⁶

■一般特性 General properties

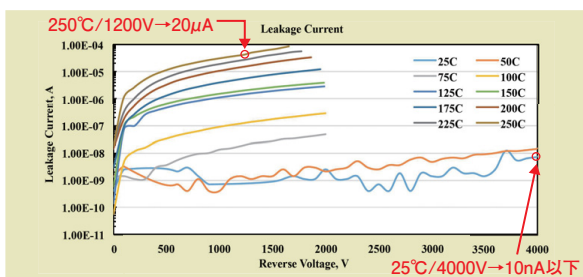
試験項目 Test items	単位 Unit	処理条件 Treatment	測定結果 Results	備考
熱伝導率測定 (フラッシュ法) Thermal conductivity	W/m·K	A	8	絶縁層部分のみで評価 Test results of Insulation layer
ガラス転移温度 (DMA法) Glass transition temp.	°C	A	270	
ヤング率 (常温) Young's modulus	GPa	A	34	
ポアソン比 Poisson's ratio	—	A	0.26	
CTE (α ₁ /α ₂) Coefficient of thermal expansion	—	A	9/22	
難燃性 UL flammability	—	UL94	V-0 equiv.	アルミベース基板で評価 Test results of AC-7208
体積抵抗率 Volume resistivity	MΩ·m	C-96/20/65	1.5×10 ⁷	
表面抵抗 Surface resistance	MΩ	C-96/20/65	1.2×10 ⁸	
銅箔引き剥がし強さ (Cu:35μm) Peel strength	kN/m	A	1.2	
はんだ耐熱性 (280°Cフロート) Solder limit	sec	A	>300	
耐トラッキング性 (IEC法) Tracking resistance	—	A	>600	

☆上記の数値は、測定値の一例であり、保証値ではありません。

アルミナ基板(254 μm)と遜色のない熱抵抗を有するという結果が出ております。

汎用タイプである1.2kVのパワーモジュールに使用される絶縁材料の場合、動作時で175°C以上の耐熱性と、漏れ電流が10マイクロアンペア以下であるという絶縁性が必要とされます。

同大学の試験の結果、7208系樹脂の漏れ電流は、室温で4000ボルト印加の場合は10ナノアンペア以下、250°Cで1200ボルト印加の場合でも20マイクロアンペアという結果が出ております。



■まとめ

7208樹脂は薄くすることでセラミック基板に匹敵する熱抵抗を有します。さらにT_g=270°Cという耐熱性に加え、高温時の絶縁性に優れます。

SiC半導体用途において期待できる材料と考えておりますので、ぜひ評価の機会を賜りたくお願いいたします。