

RISHOLITE

高熱伝導プリント配線板材料

ASTM D5470に基づく複合材の放熱性評価結果

実使用に近い状態での材料評価

Recently, based on ASTM D5470, we have measured thermal conductivity of our PWB materials for Power LEDs or Thermal devices. Test results of this time show the values of specimens with the same thickness or the same composition as products used by our customers.

測定結果

☆青字はJIS R1611

▼絶縁層の熱伝導率(赤字がASTM D5470に基づき実使用サイズで測定した結果)

両面プリント配線板材料	アルミベース基板材料	接着シート樹脂つき銅箔
<p>CS-3945 1.3W/mK / 1.8W/mK</p> <p>CS-3295 3W/mK / 3W/mK</p>	<p>汎用タイプ</p> <p>AC-7900 1W/mK / 1W/mK</p> <p>AC-7004C 3W/mK / 3W/mK</p> <p>低弾性タイプ</p> <p>AC-7202 2W/mK / 2W/mK</p> <p>AC-7303 3W/mK / 3W/mK</p> <p>高熱伝導タイプ</p> <p>AC-7200TY 5W/mK / 6W/mK</p> <p>AC-7210N 10W/mK / 8W/mK</p>	<p>低弾性タイプ</p> <p>CD-7202 2W/mK / 2W/mK</p> <p>AD-7303 3W/mK / 3W/mK</p> <p>高熱伝導タイプ</p> <p>AD-7200TY 5W/mK / 6W/mK</p> <p>AD-7210N 10W/mK / 8W/mK</p>

高い熱伝導率が要求される

電気自動車や自然由来の電力を蓄電するシステムの普及は、低炭素や脱炭素、あるいは炭素循環社会を目指す上で有効です。

これらの機器では、電池に溜めた直流を交流にしたり、その交流を所定の周波数にしたり、といった電力の変換を、半導体が搭載された回路基板で行っています。

ここに搭載される半導体は、電力の変換に機能特化したもので「パワー半導体」と呼ばれます。パワー半導体は稼働時に非常に高い熱を発生します。内部に発生する最高温度は175℃前後と天ぷらが揚がるほどで、次世代のものでは稼働温度がさらに高くなると言われています。

このような高い熱が部品の内にこもると、誤作

動や寿命の低下につながります。

このためパワー半導体など、稼働時に高い熱を発生する部品を搭載するための基板材料には、この熱を効率よく逃がすための高い熱伝導率が要求され、重要視されるようになっております。

熱伝導率を測定するためのJIS規格

JIS C 6481は、プリント配線板材料(銅張り積層板)の試験方法を定めた日本工業規格です。

ここには実に多くの試験項目とその測定方法が規定されていますが、耐熱性や熱膨張に関するものはあっても、熱伝導率に関する記載は見あたりません。この規格が制定された1963(昭和38)年、あるいは最も直近の改定である1996(平成8)年においても、高輝度LEDやパワー半導体といった

放熱対策が必要となる部品が、ここまで急速に普及するのを想定できなかったからだと推察します。

■ファインセラミックスの規格で測定

このため利昌工業では、プリント配線板材料の熱伝導率に関してはJIS R1611に基づく「レーザーフラッシュ法」を採用しておりました。

これはファインセラミックスの熱伝導率を測定する日本工業規格ですが、測定時間の短縮や測定作業の簡便さなどから、プラスチックをはじめ、金属やガラスといった分野でも採用されるなど、広く普及しているからです。

■これまでの課題

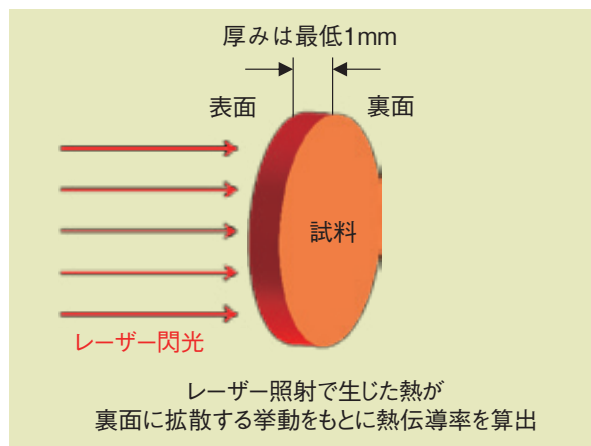
ただレーザーフラッシュ法は、使用に供される製品が自ずと一定の厚さをもつセラミックスを測定するためのものですから、これに使用される測定器が要求する試料の最低厚さは1mmです。

いっぽう薄型化による「熱抵抗の低減」という観点から、利昌工業がご提供する高熱伝導プリント配線板材料の絶縁層の厚さは0.1mm内外です。

それゆえ、所定の測定器にかけるためには、実際の使用に供されるサイズとは、おおよそかけ離れた厚さの材料を特別に製作して、試料とせざるを得ませんでした。

さらにレーザーフラッシュ法では、試料の片面にレーザーを閃光照射（フラッシュ）して、これにより発生した熱が反対面に拡散する挙動をもとに熱伝導率を算出します。このため試料は構成が一様である、つまり張り合わせなどの境目（さかいめ）の無いことが前提となっています。

いっぽう最近の高熱伝導プリント配線板材料は、

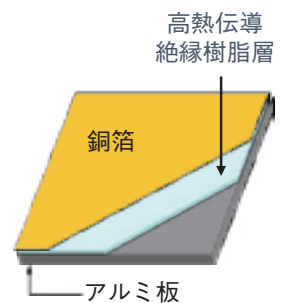


▲レーザーフラッシュ法による熱伝導率の測定(イメージ)

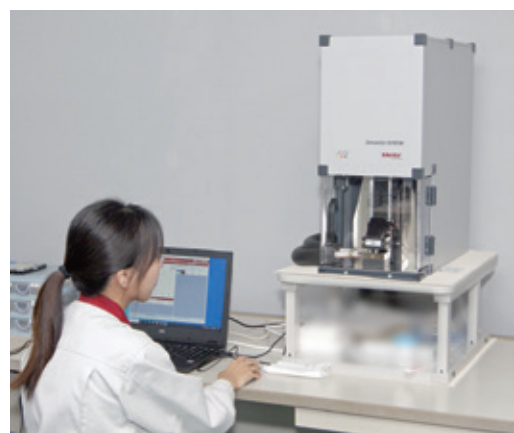
アルミ板の表面に絶縁層を配したタイプの材料も多く、利昌工業でも多くのラインナップを揃えてご好評を賜っております。

こういった複合材の場合、レーザーフラッシュ法では、材料構成全体のなかであって絶縁層がどれくらいの熱拡散性を発揮しているのか測定することができません。

このようにレーザーフラッシュ法による熱伝導率の測定では、実際の使用に供される厚さ、あるいは実際の使用に供される状態でのデータを、ご需要家様の放熱設計（シミュレーション）にご提示できないという課題がありました。



▲アルミベースプリント配線板材料のイメージ。銅箔、絶縁層、アルミ板からなる複合材です。



▲熱伝導率測定装置 DynTIM-S

■新たな熱伝導率測定システムの導入

このような課題を受け、利昌工業では新たな熱伝導率測定システム（DynTIM-S）を導入しました。

この装置は米国の工業規格であるASTM D5470に準拠するものです。プリント配線板材料などの熱伝導率のデータを、それが実際の使用に供されるのに近い状態で取得することができます。

欧米や中国などの海外ユーザーにおいてASTM（米国試験材料協会）規格は、材料を評価する際の標準であることから、国内での導入も増加しています。

さらにこの測定装置は、接着シートのような柔らかい材料にも対応。アルミベースプリント配線

板材料や樹脂つき銅箔でも絶縁層の熱伝導率が複合材の状態で算出できます。温度分解能は0.01℃

と高く、熱伝導率を高精度に測定することができます。

■算出方法

アルミベース基板材料を例に、算出方法のイメージをご説明します。まず、15mm角にした試料を金属ブロック（12.8mmφ）で上下に挟み込みます。続いてブロックを通じて試料を加熱・冷却して、その際の熱挙動を観測します。

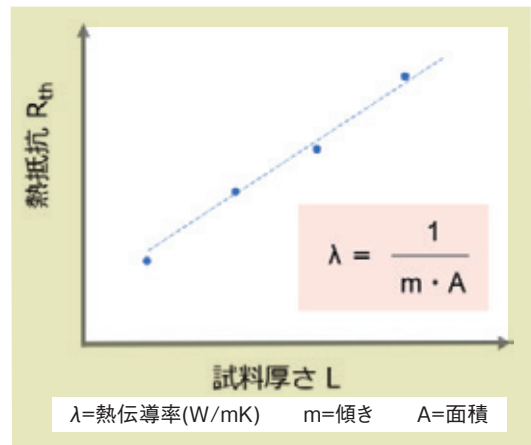
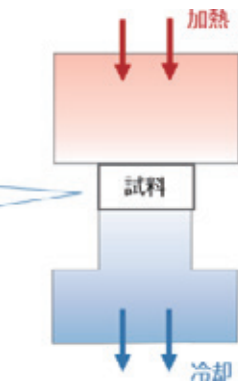
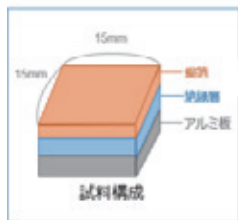
この作業を、実際の製品に使用する厚さを含めた、3種類以上の厚さ違いの絶縁層をもつ試料で行い、測定値（熱抵抗）をプロットします。

最後に、プロットの傾き（m）、面積（A）から熱伝導率（λ）を算出します。

▼ASTM D5470による熱伝導率測定(イメージ)

実際の厚さを含めて、絶縁層の厚さが違うサンプルを3種類以上用意

サンプルごとに熱抵抗を測定



■測定の結果

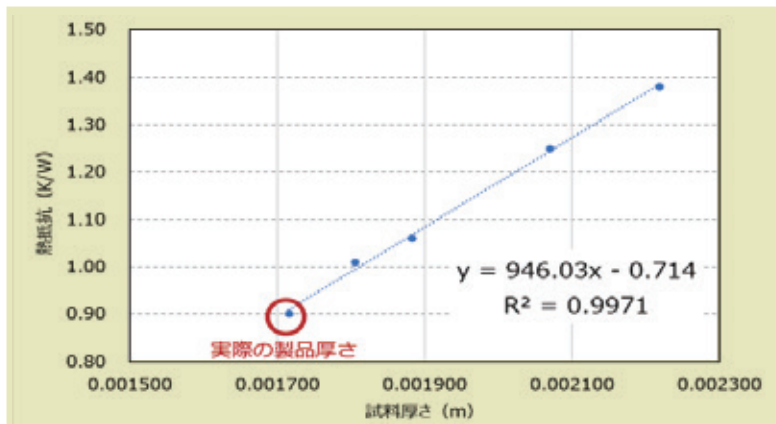
一例としてASTM D5470に基づき測定した、アルミベース基板材料AC-7210Nの結果をご紹介します。実際の厚さ（120μm）を含め、4種類の異なる絶縁層の厚さを持つ試料で測定を行った結果、算出した熱伝導率は約8W/mKでした。

■まとめ

新システム(ASTM D5470)に基づく熱伝導率の測定結果は、ほとんどの品番において、これまでご提示してきたJIS R1611に基づくものと同等程度であることが確認できました。

プロット図のR²は相関係数といわれ、この値が1に近づくほど測定精度が高いとされます。このため120μmの絶縁層をもつ試料（赤丸）も算出値と同じ放熱性を持つという結果を得ました。

今回導入した測定システムは、絶縁層の劣化診断（熱抵抗の変化確認）や成型状態の確認にも応用ができますので、ユーザー様での放熱設計や品質向上に大きく貢献できるものと期待します。



【熱伝導率の算出】

$$\frac{1}{946.03 \times 0.000129} = 8.19$$

(傾き) (金属ブロックの面積)

↓

12.8mmφ