

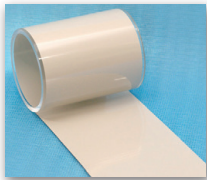
RISHOLITE PWB material with both $\lambda=10\text{W/mK}$ and $T_g=300^\circ\text{C}$ for Power device substrates

高熱伝導性(10W/mK)と高耐熱性($T_g=300^\circ\text{C}$)を同時実現
絶縁性接着樹脂 7210Nシリーズ
パワー半導体搭載用 セラミックス基板の代替としてご提案

We have developed ,7210N ,insulation adhesive resin with both thermal conductivity of 10W/mK and High T_g of 300°C . We propose that AD-7210N / Bonding sheet could be used instead of thermal conductive ceramic substrate or thermal paste to make Power device package.

ラインナップ

Line ups

Item	接着シート AD-7210N	アルミベース基板材料 AC-7210N
外観 Apperance		
構成 Composition	離型フィルム Release film 7210N系樹脂(半硬化・B-stage) 離型フィルム Release film	銅箔 Cu foil 7210N系樹脂(完全硬化・C-stage) アルミ板 Aluminum
絶縁層厚み (μm) Thick.of resin layer	120	
銅箔厚み (μm) Thick. of Copper foil	—	35 , 70 , 105
アルミ厚み (mm) Thick. of Aluminum	—	1.0 , 1.5 , 2.0
寸法 (mm) Dimensions	340 × 510 , 510 × 510 など	

パワー半導体とは

パワー半導体は、直流を交流に変換（インバータ）したり、交流を直流に変換（コンバータ）したり、あるいは交流の周波数や直流の電圧を変換したり、といった具合に電力の変換に機能を特化した半導体です。パワーといえば「力」とか「権力」のイメージですが、この場合は「電力」です。前述のような半導体を用いて電力を変換する技術は「パワーエレクトロニクス」と呼ばれます。

これまでパワー半導体は、エアコンや冷蔵庫などの省エネ回路に搭載されていましたが、最近では高出力のものが、電気自動車の電源回路に搭載されています。クリーンエネルギーを活用することで持続可能な開発目標(SDGs)を達成するためにも重要なデバイスですから、世界的な開発競争は熾烈で、日本のメーカーも大健闘しています。

【 7210N系樹脂の特長 】

- 高熱伝導率(10W/mK)
- 高耐熱($T_g=300^\circ\text{C}$)

【 用途 】

- パワーデバイス関連(セラミック基板の代替)
- 冷却器関連(放熱グリスの代替)
- 高出力LED(アルミベース基板の絶縁層)

高熱伝導性と高耐熱性を同時に要求

パワー半導体は稼働時に高い熱を発生します。内部の最高温度は 175°C 前後と、天ぷらが揚がるほどです。このような熱が部品の内にこもると、誤作動や故障、あるいは寿命の低下につながります。そこでパワー半導体を搭載する基板材料には、この高温下にあっても特性が劣化せず、さらに、こ

の熱を効率よく逃がすための熱伝導性の高さが求められています。

■超高級なセラミックス基板に搭載

現在、この条件を満たすものの筆頭にあるのが熱伝導性のセラミックス基板です。これは酸化アルミニウム（アルミナ）などの粉末を非常に高い熱で焼き固めた基板です。

アルミニウムは導電性物質ですが、これを酸化させ、アルミナにすることで耐熱性にすぐれた絶縁物になります。ただ、アルミニウムの熱伝導率は236W/mK、アルミナのそれは32W/mK程度ですから、絶縁物になった時点で熱伝導率は85パーセント以上も損なわれています。

絶縁セラミックス板の厚みは0.25mm程度で、この両面には0.5mm厚程度の、回路用あるいは放熱用の銅板が張ってあります。この際、接着剤を介して張り合わせると、接着剤の層が熱の伝導を妨げますので、高い熱をかけて直接接合されます。

このようなプロセスを経て24W/mK程度の熱伝導率を持つプリント配線板材料となります。一般的なプリント配線板材料の熱伝導率は0.3W/mK程度ですから、実に80倍の熱伝導性能です。

熱伝導性セラミックス基板は、ことほどさように、高度な技術と多くのプロセスを集積して製造される超高級プリント回路基板です。

■耐熱性がさらに向上／7210N系樹脂

従来のSi（シリコン）デバイスは性能の限界が近く、次世代デバイスとしてSiC（シリコンカーバイド）をベースにしたパワーモジュールの本格的な普及が期待されています。175℃で動作する従来のSiデバイスに比べ、SiCデバイスは2～3倍の電流密度で200℃以上の高温での動作が可能です。動作温度が高い方が電力の変換効率が良く、SiCデバイスを構成する基板などの周辺材料には、更なる耐熱性が求められています。

これを受けて利昌工業では、このたび10W/mKの熱伝導率とTg=300℃の耐熱性を兼ね備えた、絶縁性接着樹脂「7210N」を開発しました。2018年にリリースした「7210」の改良品で、お客様からご指摘いただいた各種の課題をクリアすべく、今日までブラッシュ・アップを重ねたも

のです。

樹脂の設計において、熱伝導性と耐熱性の両立は大変難しいことですが、ガラス転移温度を270℃から300℃へと、さらにグレードアップさせたのが最大の改良点です。

■ラインナップ

7210Nシリーズには、半硬化の樹脂（Bステージ）を離型フィルムに挟んだ格好でご提供する「接着シート/AD-7210N」、そして、アルミ板の表面に完全硬化の樹脂層を配し、その表面に回路形成用の銅箔を張った「アルミベース基板材料/AC-7210N」がごございます（前頁をご参照）。

■接着シート/AD-7210N

おすすめは接着シート/AD-7210Nです。放熱用のアルミ板や銅板といった金属はもとより、発熱部品を搭載した樹脂基板との張り合わせも可能ですので、回路基板の放熱設計をマルチにサポートできるものと期待しております。

絶縁物である樹脂に10W/mKという高熱伝導性を発現させるためには、これに熱伝導性の充填剤を大量に配合する必要があります。こう



▲接着シート AD-7210N
基板の放熱設計をマルチにサポートします。

なると樹脂の柔軟性が失われ、半硬化の段階で0.12mm厚のシートにすれば、割れや欠け、あるいは離型フィルムからの崩落といった不都合が生じ、取り扱いが面倒です。

これに対してAD-7210Nは、柔軟性に優れ、他社の同等クラスの高熱伝導材よりも低圧でのプレス成型が可能です。さらに、プレス成型時の樹脂流動性にも優れていますので、回路厚や残銅率の程度にもよりますが、多層成型などを目的とした回路の埋め込みも可能です。

■信頼性試験

7210N系樹脂を、パワー半導体やパワーLEDといった、稼働時に高温となる部品の周辺にご採用いただくにあたり、絶縁性能と接着性能について、熱に対する信頼性試験を行いました。

◆高温時の絶縁信頼性試験

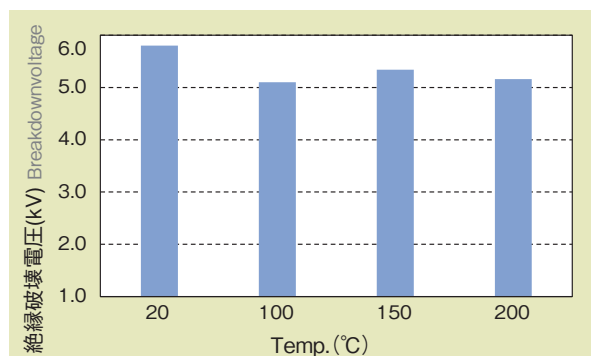
AD-7210N (120 μ m) を介して、回路形成用の銅箔 (35 μ m) とアルミ板 (1.0mm) を張り合わせ、アルミベース基板を作製しました。

これを所定の温度に設定した熱風循環式オープンに入れ、その温度ごとの試料について、JIS C2110に基づいた絶縁破壊電圧を測定しました。

○試験結果

室温 (20℃)、100℃、150℃、そして200℃の温度下においた、いずれの試料においても5000ボルトの高電圧に耐えうるという結果を得ました。

▼高温時の絶縁破壊電圧



いずれの温度下にも置いた試料も5000ボルトの高電圧に耐えるという結果を得ました。

◆接着性能の長期耐熱性試験

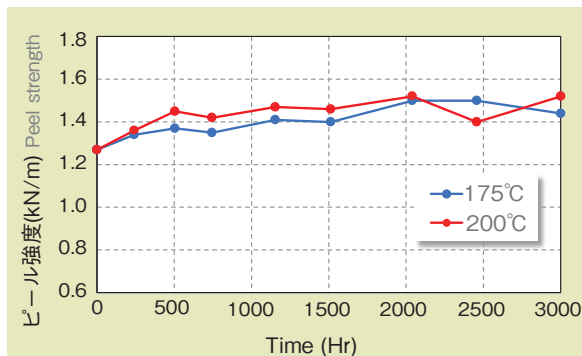
絶縁破壊電圧の試験と同じ方法で製作した試料を用意しました。

これを175℃と200℃に設定したオープンに入れ、所定の時間が経過するごとに試料を取り出し、JIS C 6481に基づいた銅箔の剥離強度を測定しました。

○試験結果

175℃、200℃、いずれの高温下に3000時間おいた後でも、数値の低下がみられませんでした。

▼接着性能の長期耐熱性



175℃、あるいは200℃の雰囲気中に3000時間おいても、当初の接着性能を保持し続けるという結果を得ました。

▲熱に対する信頼性試験の結果

以上の結果より7210N系樹脂は、パワーデバイスの周辺といった高温下にあっても、絶縁性能や

接着性能が低下しない信頼性の高い高熱伝導樹脂であると判断いたします。

■利昌工業からのご提案 / 高熱伝導セラミックス基板の代替として

熱伝導性セラミックス基板を製作するためには、非常に高い熱が必要で、おのずと相当な電気代がかかります。さらに、かなり硬い基板ですので、所定のサイズや形状に分割するにも、高価な刃物や専用の機械が必要となるなど、何かとものいりです。

これを受けて利昌工業では、AD-7210Nの特長を生かし、一般的なプリント配線板メーカー様においても、熱伝導性セラミックス基板と遜色ない基板を製造いただきたく、ご提案申し上げます。

一般的なプリント配線板を製作するのと同様のコストで、さらに、これまで培われてきた技術や既存の製造装置を、そのまま活用いただけるのも

大きなメリットであると考えております。

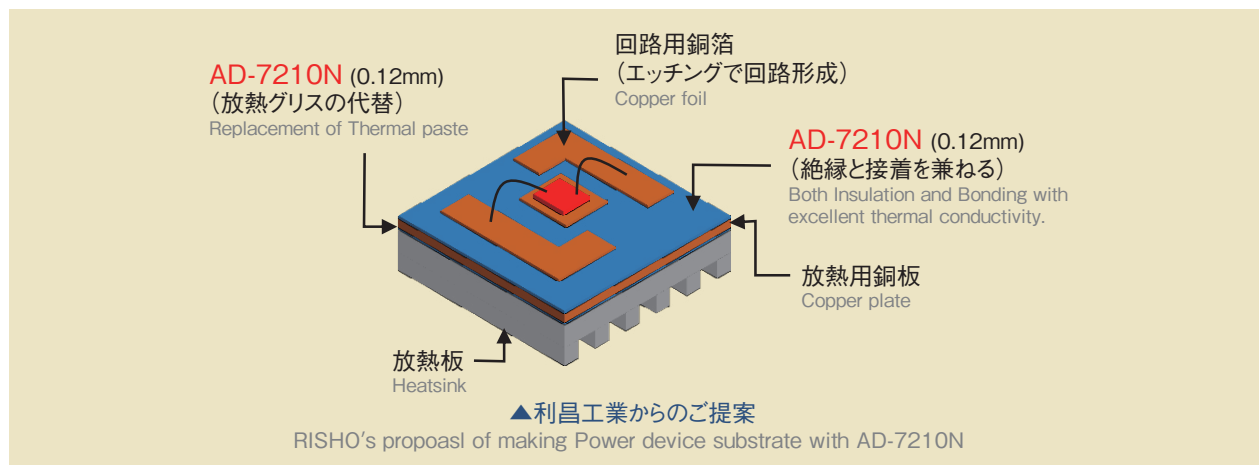
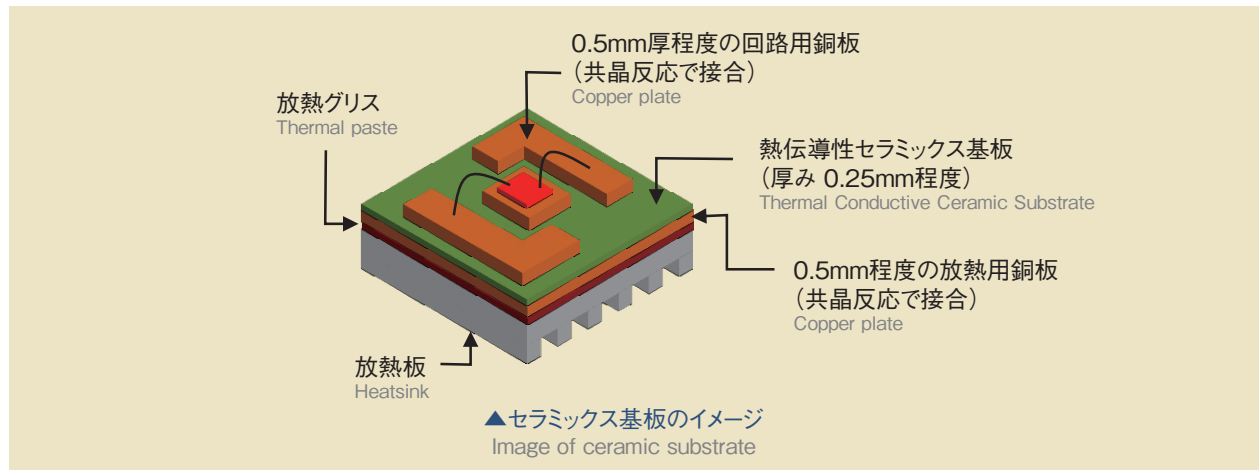
7210N系樹脂の熱伝導率は10W/mKと、セラミックス基板の半分ほどですが、厚みも0.12mmと約半分になりますので「熱抵抗の低減」すなわち「熱の通り易さ」で、セラミックス基板と同等の放熱性が実現するものと考えております。

この「薄型化による熱抵抗の低減」については、実際の機器に適用すると、カタログ値よりも大きな放熱効果が得られたとの報告がございます。

7210N系樹脂は、耐熱性に優れた接着剤でもありますので、回路形成用の銅箔、あるいは放熱用の銅板は、既存のプレス機で張りあわせることができ、回路は既存のエッチング装置で形成できます。基板の分割などもまたしかりです。

セラミックス基板と放熱板の界面には、放熱グリスが塗工されていますが、熱伝導率は5W/mK程度です。ここにAD-7210Nをご利用いただくと

10W/mKと熱伝導率が倍増し、かつ、高温下の絶縁信頼性や、接着信頼性に優れた接合が可能です。



■一般特性

試験項目 Test items	条件 Test condition	7210N
熱伝導率 (W/mK) Thermal conductivity	フラッシュ法 Laser flash	10
ガラス転移温度 (°C) T _g	TMA	300
リフロー耐熱性 Reflow resistance	290°C/10-min.	Pass
ピール強度 (kN/m) Peel strength	Cu / 35 μm	1.2
熱膨張係数 (ppm/°C) CTE	TMA	$\alpha_1 = 10 \sim 30$ $\alpha_2 = 40 \sim 80$
貯蔵弾性率 (GPa) Storage elastic modulus 30/200/300°C	DMA	18 / 2.6 / 1.8
ヤング率 (GPa) Young's modulus	—	53
絶縁破壊電圧 (kV) Breakdown voltage	JIS C2110	5 (120 μm)
耐トラッキング性 Tracking resistance	IEC	600 <
難燃性 UL flammability	UL94	V-0 equiv.

■まとめ

7210N系樹脂は、パワーデバイスの放熱設計をマルチにサポートできるものと期待しております。ご評価の機会を賜りたく、お願いいたします。

【ご採用にあたって】

- 本稿に記載のデータは弊社測定の一例であり、保証値ではありません。
- ご採用の際にはお客様にて性能評価などを実施頂き、御社製品への適合性を十分ご確認いただきたく、お願い申し上げます。
- 本稿に記載の製品は開発中のものであり、弊社都合により仕様の変更・改廃等を予告なしに実施する場合があります。
- The figures in this report are typical measured values at RISHO, not guaranteed value.
- In use of the products, please conduct performance evaluation test and confirm suitability to your products.
- Descriptions in this report might be revised or deleted without notice.