

☆ 低温実装技術に貢献する ☆

Thermal Interface Material

高熱伝導性接着剤

ジェイ・サーモ (J-Thermo)

日本電産株式会社の正規代理店である(株)ワイドワークは、12年以上にわたってCPUクーラーや各種ヒートシンクに代表される各種放熱対策品に特化した事業展開を行なってきました。

半導体に代表される電子部品は、“軽薄短小化”の進展とともに、セラミック・パッケージからプラスチック・パッケージに取って代わり、それに伴って高密度・高集積化が可能になった反面、熱に弱い素材であるために放熱が最大の難点になってしまいました。

“熱”は、電子部品において、いや、家電製品・産業向け機器にとって、最大の解決すべき問題点といえましょう。「いかに効率的に熱を逃がすか」が、重要なテーマとなっております。

今回の新製品は、高熱伝導率の接着剤です。

1. 開発の背景

従来、弊社では高熱伝導率を誇る各種シリコングリス、熱伝導シートを市場に投入してきました。

そこで、お客様からよくお問い合わせを頂きましたのは、『接着性がありますか？』『粘着性はどの程度ですか？』という内容でした。

当時、私達は、『接着？ グリスなんだからムリだよ！ボンドじゃないからなあ。粘着？ 熱伝導シートには確かに少しベタつくけど、位置決め程度だからなあ。くっついたら困っちゃうんじゃないかな。接着と粘着の意味の違いは、国語辞典に載っているそのものだよな。』などと、寝とぼけた会話をしていたのでした(恥)。

2. 相談した会社からの返答は？

そこで、○友○M社から資料が届けられました。

↓

接着か？ 粘着か？

はがれないように固定する接着剤。

はがせるように固定する粘着剤。

似ているようでまるで違う、ふたつのくっつける技術をベースに、接合力や接合のしくみ・プロセス等、広範囲な研究開発を行なっているのが、OMの接着・接合テクノロジープラットフォーム。(以下 省略)

↑

なんとっ！！

うちの製品にはお客様のご要求を満たす製品が無いではないかっ！

ウチはヒートシンク屋なのに、接合部分のことをまったく考えていないではないかあっ！

まずは、両面粘着熱伝導テープだな。少しでも特性の良いモノを添付しないと！

そこで、さっそく〇友〇Mさんとお話します。

結果的に、熱伝導性接着剤転写テープ ということで落ち着くのですが、 $0.6\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ では希望する熱伝導率に達しない。

テープの場合、一番多発するケースが、筐体の中で垂直に設置されたり、逆さまに設置されたヒートシンクが知らない間に脱落しているケース。これは本当にマズイことなのです。

知らない間に熱暴走化してしまい、筐体内の電子部品が次々にいかれてしまう。ひいては、産業機器の不具合に通じ、大きな事故を引き起こしてしまう可能性がある。

そして、さがせば世の中には、もう少し熱伝導率の高い両面テープも存在する。

そういえば、10年位前に、コメリックス社のアルミワイヤー入りの熱伝導両面粘着テープを取り扱っていたのですが、今ひとつだったことを思い出しました。

熱で熔融して粘着し冷えて固まる、という材料ベースのものでした。

でも、落下しているものが多く……。

悩みに悩んで、結局テープは断念。

3. あるお客様のひとこと

次に、あるお客様から、『おたくでは、熱伝導性接着剤はないの？』

と、ダイレクトに問い合わせが入るのです。

“そんなの製品化したら、はずれなくなっちゃうんだろ？ CPUとか取れなくなったらヤバイよね？”

ある意味、このような製品はタブーでした。 “クレームでえらいことになる！！！”

ただ、どうしても引っかかる。

お客様からダイレクトに問い合わせを頂いている。 従来『接着力は？ 粘着力は？』の声が多かった。 なぜなんだろう？

★ CPUやグラフィック・チップ以外にも用途がきつとあるからなのだ！

よし、着手してみよう！

早速、弊社の取引先であるアメリカの化学会社A社とB社とミーティングが始まった。

A社の、カール・クルーガー氏の話

『あるよ、大丈夫だ。だけどMr.杉山の要求はムリ。接着剤というのは2液で混合するものだから。どうしても1液というのなら、冷凍での対応のみだから、Fedexでも冷凍便だ。ものすごく高いものになるよ』

私は、1液タイプの高熱伝導性接着剤を作ろうとしていた！

B社の、プラカッシュ・カートリ氏の話

『1液タイプも2液タイプもあるが、冷凍保存は必須だ。混合しやすい容器はあるよ。』

一般に導電タイプの方が熱伝導率が高くなるのだが、プラカッシュ氏の話では、あまり高い数値でないのが残念なところだ。

C社、U・H氏の話。

『杉山さん、高熱伝導接着剤は難しいのですよ。 特に一液性での溶剤を作るときは密閉室での作業等で、人間の健康にも影響が出る可能性もあるのですよ……。無溶剤なら……。』

この工場は、弊社の新規シリコングリスを開発中でもあり、そちらを優先させなければならぬし……。

シリコングリスと接着剤は似て非なるもので、まったく異質のものだったことを再認識して、やっぱりムリかな、と時間ばかりが過ぎていきました。

4. では、実際の市場はどうなのだろうか？

実際のところ、他のヒートシンク屋さんにはどんなことを要求しているのか、お取引先でもある同業の先輩社長さん達に意見をいただくため、ヒアリングに回ったのです。

結果、グリス：接着剤（樹脂）＝1：2の割合でした。

中には、接着してもリワークできるものもいい、という方もいれば、別にそれはいらないでしょう、という方もいらっしゃって本当にまとまりにくい。

でも、この時点で、弊社のスタッフとも何度も打合せを持っていた上、市場の要求度合いもある程度把握しつつあったので、弊社なりのおよその仕様は固まりつつありました。

よし、1液タイプで熱可塑性樹脂剤で試作してみよう！

そこで、試作を九州の鹿児島大学と共同研究しているラボに依頼します。
2週間後に完成し、実機でチェック作業に入ることができました。

<実験内容>

1. まず、塗布後の表面がどうなるのか、
接着状況はどうなるのか、の2点を確認

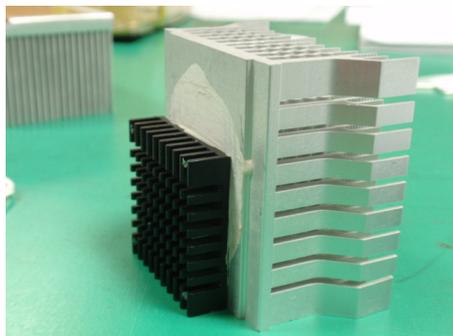
- (1) 常温下（15度程度）で、昨晚20：00にヒートシンクにサンプルを塗布
- 20：20 固化開始。表面触るとベタつく。
- 20：55 表面のベタつきが少し減る

- (2) 接着実験なので、ヒートシンク同士くっつけてみる（そのまま放置）
- 13時間後の今朝09：00 両者固定されているも、指で動かすと
前後左右に動いてしまうのを確認。

2. 次に、加熱と冷却、再加熱を行い、固化・接着の状況がどうなるかを確認

- (1) ヒートシンク同士くっついている状態で60℃～70℃まで加熱し、
すぐに25℃～30℃で急冷してみた。
- 接着が強化され、前後左右の動きもなく、微動だにしない。
- ただし、両手で思い切り引っ張ると外れた。

- (2) 強く接着されている両者を、再度80℃で4～5分加熱した。
- 緩くなって、すぐに脱落した。
- (添付写真は、溶解してヒートシンクがズリ下がったもの)



3. 考察

- (1) 接着樹脂を塗布し、そのまま放置する場合は、一昼夜かけても完全接着はしない。
- (2) 接着樹脂を塗布し、一旦加熱する。その後、急速冷却すると素晴らしい接着力が出る。(恐らく、自然空冷でも接着力は問題ないであろう。)

4. 問題点

添付写真のように、

『加熱すると材料が溶解・軟化し、ヒートシンクが脱落してしまう。』こと。

※ 実機の筐体の中では、電源ONで各デバイスが熱を持ち始め、CPUやグラフィックチップなどは、目玉焼きが作れるほど熱くなります。その状態が続く中で、ヒートシンクが脱落すると、熱暴走してしまうので、接着は持続させねばなりません。

5. 第一次試作は、ボツでした。

そして今回は、1液タイプの高熱伝導性接着剤は、あきらめることにしました。

現時点では、どうしても冷凍保存が必要になってしまうので、保存性ということではお墨付きが出せません。

6. この時点で、従来の2液混合型に特化することになりました。

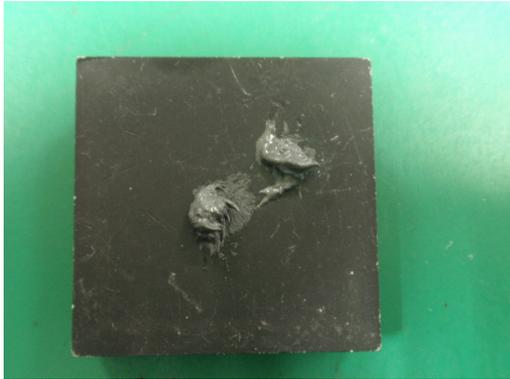
従来からある処方ですし、当社としてもあらかじめ仕様は決めておりますので、第二次試作は比較的容易に出来上がりました。

悩んだのは、お客様にとって面倒な作業をさせてしまうことになるのではないかとということでした。

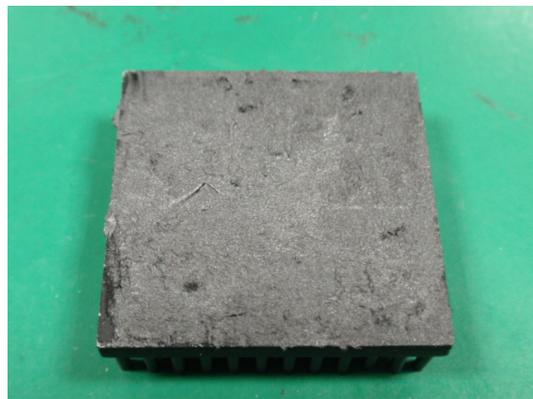
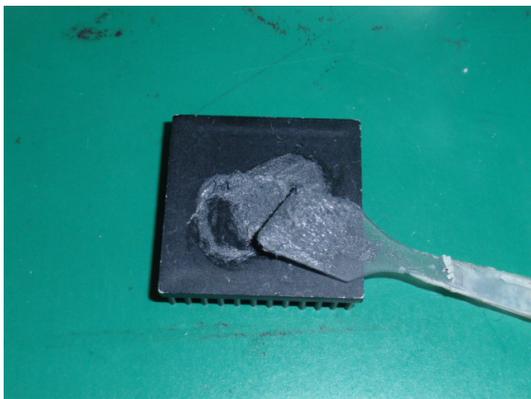
『配合を1：1にする』と説明書に記載した場合、計量スプーンなどで確実にやらなければ

ならないのか????

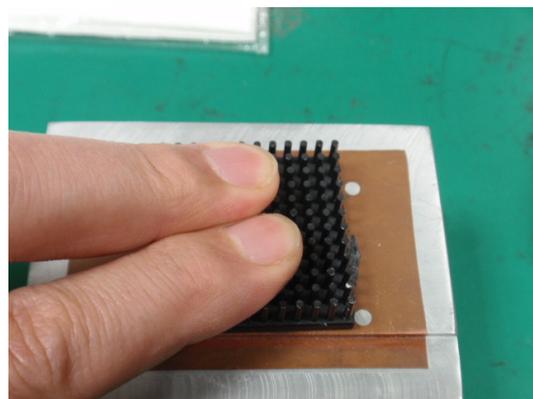
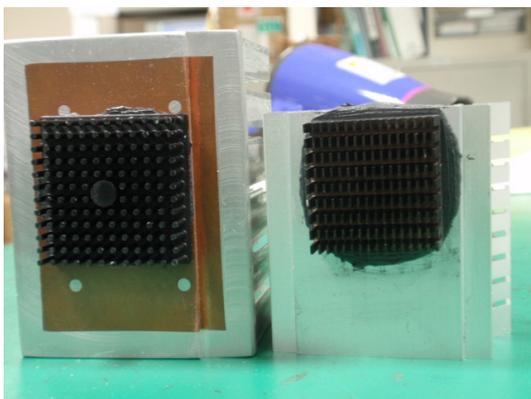
でもこのことは、自社で実行してみた時に、すぐに氷解致しました。
添付写真のように、だいたいの目分量でA剤、B剤を1：1で分けても大丈夫だったからです。



この状態のものを、ヘラで混合しながらヒートシンク全体にムラなく塗布できれば、問題なく使用できるのでした。

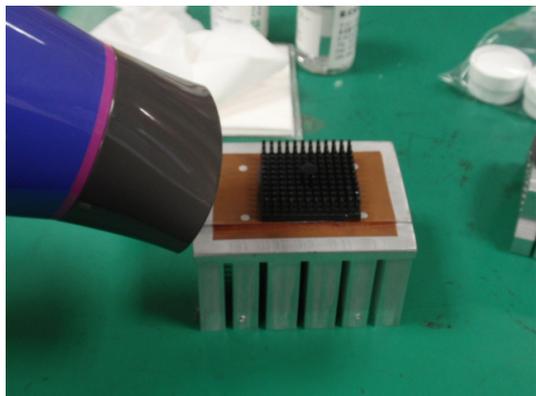


対象物に設置して、真横においても逆さにおいても落ちないのですが、固化していないので指で触れば当然動いてしまいます。



常温下では、丸2日で固化して十分な接着力を発揮しました。

でも今回作った試作品の良いところは、接着してすぐに高温（60℃～80℃）をかければ、30分～1時間という短時間で固化していきます。



よし、これで大丈夫だ、ちょっとやさっとでは脱落しない！

せっかくここまでの高熱伝導接着樹脂ができたのだから、他の用途は無いものだろうか？

7. そこで、私達は一つの大胆な仮説を立てました。

いまや、半導体などの電子部品や基板は、台湾・中国・韓国のメーカーは、第一級品を製造している。

インターナショナルなのでむしろ日本製よりも大量に出ており、標準にすらなっているだろう。でも、トラブルが多発するのはなぜ？

電源などでもよく、『日本製の部品を使用』などと差別化しているところもあるが、それでもトラブルが後を絶たないのはなぜ？

それは、パーツ自体に問題が無くても、ジャンクションなどの接合部の接着部分に問題があるのではないだろうか？

量産することに主眼が置かれる場合、どうしてもコスト、作業性・操作性が重視されます。まして、接合部の接着などに研究を費やすのは、2の次、3の次なのではあるまいか？

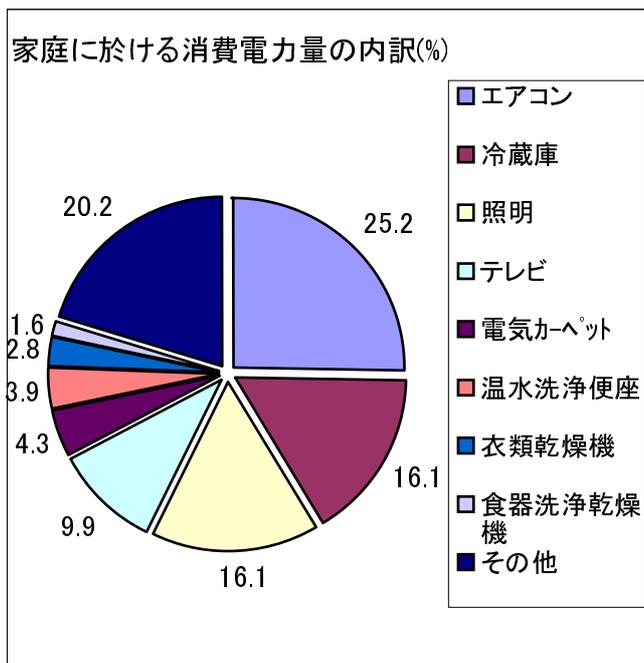
これからのエコの時代、高効率と長持ち化がよりいっそう必然となるに違いない。この新材料で、社会にお役立ちできることは、何かほかにはないだろうか？

8. そうだ！

LED電球の放熱に困っていること はないだろうか？

LED電球は、電気の効果的な節約術には欠かせない製品です。

消費電力量第2位： 照明器具（同率16.1%）で節約に必須なファクターなのです。



出展：資源エネルギー庁 平成16年度電力供給の概要

電気の節約には照明器具を白熱電球から電球形蛍光灯、さらにLEDへと変化しています。
LEDの寿命は、白熱電球の約20倍から40倍。

でも、LED照明へ万全ではなく、盲点があったのです。

照度が50%、70%に低減したときは、故障と判断されます。

LEDライトの直下は白熱電球のように熱くはならないのですが、本体そのものは、ものすごく発熱するので効果的な放熱対策が必要です。

9. では、弊社の新製品 ジェイ・サーモ は、 どんなお客様に使っていただきたいの か？

それは、

大企業や他社と差別化のために、付加価値の
高い高輝度LED電球、照明を製造しよう
としているメーカー様、ベンダー様です。

LEDは、同じ筐体ならより明るい方が良いに決まっています。

↓

基板に5つの弾丸型LEDやパワーLEDがついているなら、10個つけば単純に**明る
さは2倍**。ここで注意しなければならないのは、**発熱対策**なのです。

↓

何のために電球のボディが、放熱ヒートシンクなのか？

ちゃんとLEDの発熱が熱伝導して、ヒートシンクに伝わっているのか？

この部分が充分に対策されているLED電球、照明であれば、とても安心です。

パワーLEDとアルミプレートの接着、アルミプレートとヒートシンクボディとの接着に
従来では存在しなかった、シリコン系の高熱伝導性接着剤。

これが、ジェイ・サーモです。

10. ジェイ・サーモの用途

熱交換装置の充填剤

LEDの放熱材料

高出力電子素子の放熱

11. ジェイ・サーモは、どんな効果があるのだろうか？

⇒ 高い熱伝導率

導電性タイプで、 $7\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ と $14\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$

絶縁性タイプで、 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ と $4\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$

⇒ シリコン系なので、耐熱性も耐寒性もあり、よほどの環境でない限り広範囲で使用できる。

⇒ 柔軟性に富んでいるので、作業性が良い。

⇒ 2液タイプで、常温での保存が可能（約6ヶ月）

⇒ 高出力電子素子とヒートシンクの取り付けには十分な接着力を持つ。

⇒ 常温下で塗布すると、半日後に固化が始まり、2日後にほぼ接着する。固化接着を早めたいときは高温で加熱することで、30分～2時間で固化接着する。

⇒ 導電性タイプの方は、ハンダの代替にはなりませんが、保護（金属

疲労の防護) 剤として使用できます。

1 1 . 白色LEDの課題

- (1) 高出力を得るために大電力を投じると、発熱が増える
- (2) 発熱により高温になると、発光効率が落ちる。

この課題をクリアするために、全世界のLED電球・照明メーカー様が日夜努力をしている中で、わが国では大手の大企業のみならず、中小の技術力ある製造メーカー様が毎日のようにLED業界に参入されております。

弊社は、そのような技術力あるメーカー様に放熱対策の部分でご協力できれば本望であります。

1 2 . 少量で頒布します。

弊社のジェイ・サーモは、少量で頒布しておりますので、カスタマイズで高輝度LEDなどを製造されるメーカー様にも朗報です。

なぜなら、大量に材料を買い込まなくても済むからです。

1kg もあれば、数万個単位で製品が作れることを考えれば、高付加価値製品を製造されるメーカー様にとりましては、かなりのロスといえましょう。

しかも、そういう場合は製品の規格が決まっているので、接着剤の性能に合わせた製品設計を強いられるケースもあるために、つぶしが利かないといったことも出てきます。