

4-4 放熱製品の展開状況

4-4-1 放熱コンパウンドの製品展開

(1) コンパウンド製品の種類と特性

放熱樹脂製品には軟質系と硬質系があり、硬質系材料はペレット状で供給されるが、軟質の放熱材料は様々な形状で供給される。シリコン系の製品形状と特長、用途を表4-5に示す。

表4-5 シリコン系放熱材料の製品と特長

	製品	長所	短所	用途
シート状	高硬度シート	取扱性良好、寸法公差、スペース保証	接触熱抵抗大、薄膜化困難	電源用パワーモジュール・パワートランジスタ
	低硬度シート			LEDモジュール、半導体デバイス
	フェイズチェンジマテリアル	取扱性良好、接触熱抵抗小、薄膜化可能	リワーク困難	CPUとヒートシンクの伝熱媒体
	電磁波対策シート	取扱性良好、寸法公差、スペース保証、電磁波吸収	接触熱抵抗大、薄膜化困難	電磁波を発生する半導体デバイス
	両面粘着テープ			
ペースト状	グリース	接触熱抵抗小、薄膜化可能	作業性に劣る、ポンプアウト	電源用パワートランジスタ・パワーモジュール、半導体デバイス、LED素子
	ゲル・接着剤	接触熱抵抗小、薄膜化可能、安定性大	リワーク困難、作業性に劣る	CPUとヒートスプレッドの放熱、電子部品の放熱固定、ヒートシンク・ヒートパイプの接着固定
	ギャップフィラー	接触熱抵抗小、耐ポンプアウト、安定性	リワーク困難	車載電装ユニット、電源ユニット、LED照明モジュール、電池放熱板

軟質の放熱製品はシート状とペースト状に大別され、シート状には高硬度シート、低硬度シート、フェイズチェンジマテリアル、電磁波対策シート、両面粘着テープなどがあり、ペースト状にはグリース、ゲル、接着剤、ギャップフィラーなどがある。これらの放熱製品は発熱部品と冷却部品の間に挿入され、発熱部から冷却部へ熱を伝達する。放熱材料は厚さが薄いほど熱抵抗が下がり、材料の熱伝導率が高いほど熱抵抗が低くなる。また、シート状の製品は取扱性が良く、実装時も特別な装置を必要とせず、手作業で行える。しかし薄膜化への対応が困難で、グリースに比べて熱抵抗が高くなる。ペースト状は装置が必要であるため作業性に劣るが、薄膜化できるため熱抵抗が低い。放熱材料は使用箇所や実装条件に応じた製品を適切に選択することが重要で、選択を誤ると放熱性能や信頼性を十分に発揮することができなくなる。

(2) TIM用製品の適用法と課題

TIM(Thermal Interface Material)は、ICなどの発熱部品とヒートスプレッド、ヒートシンクなど冷却部品との間に挿入する放熱材料であり、TIMに要求される事項で重要なのは接触熱抵抗の低減である。発熱部品、冷却部品の表面には反りや微細な凹凸があり、放熱材料と部品表面の間に空隙が生じるとそこに空気が滞在する。空気の熱伝導率は1桁低いため、1 μm 程度の凹凸に空気が滞在すると10 μm オーダーのフィルムを貼り付けたのと同じ効果になる。空気は断熱性が高いため、薄くて熱伝導率の高い放熱材料を使用しても接触熱抵抗が上がり、伝熱性が下がる。このため部品表面に放熱材料を密着させて接触熱抵抗を下げなければならないが、製品によって表面への追従性が異なる。それらを図4-19に示す。表4-6はTIMに使用される主な製品の特性比較である。

シート製品では低硬度シート、フェイズチェンジマテリアルなどの軟質シートが適用され、部品の表面に追従して接触熱抵抗が低くなる。グリース、ギャップフィラーなどのペースト系

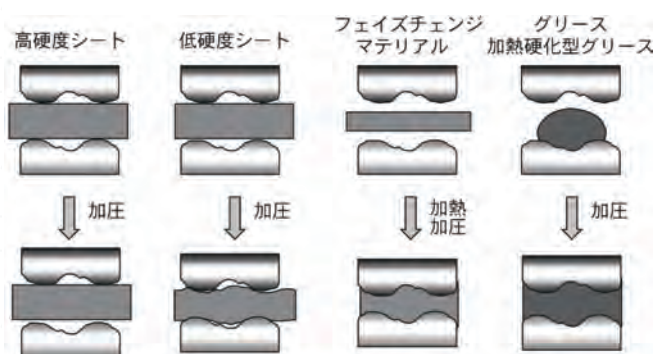


図4-19 放熱材料の接触追従性

表4-6 TIM用製品の特性比較

製品	熱伝導率	接触熱抵抗	自動塗布	均一塗工性	薄膜化	耐ポンプアウト	部品ズレの有無	リワーク性
シート	○	×	×	○	×	○	○	○
グリース	△	○	○	×	○	×	×	○
ギャップフィラー	△	○	○	×	×	○	○	×

は追従性に優れるためシートより接触熱抵抗を下げるができる。TIMの製品で最も需要が多いのはシートであり、次いでギャップフィラー、グリースの順になる。シートはフィラーを高充填できるため、製品の熱伝導率を高くする

ことができる。グリースやギャップフィラーは流動性を確保しなければなら
ないため充填率を上げることができず、シートに比較して製品の熱伝導率が
低くなる。

フェイズチェンジマテリアルはシート状の製品であるが、発熱体の熱に
よって相変化し、高温下で熔融して固体シートから流動体になる。熱軟化点の
低い樹脂に熱伝導フィラーを大量に充填したもので、表面に粘着剤を塗布し
たシートであるため、実装時の取扱性、作業性はグリースより優れる。フェイ
ズチェンジマテリアルの低軟化樹脂にはポリエチレンワックスが使用されて
いるが、熱軟化点が低すぎると密着面からはみ出す(ポンプアウト)ことがあ
るため注意が必要である。シリコン系のフェイズチェンジマテリアルはヒー
トサイクルの膨張、収縮や反りによる材料の流失がなく、耐ポンプアウト性に
優れている。

放熱グリースは複雑な形状でも密着性が良く、かつ熱抵抗が低い。しかし、
デバイスの温度変化(冷熱サイクル)に影響を受けやすく、ポンプアウトを引き
起こすことがある。このため膨張、収縮を繰り返しても適切な粘度を保持す
るための工夫が必要である。この課題を解決する製品として開発されたのが、エ
ラストマー型の架橋ゲルである。架橋ゲルは膨張、収縮に対応でき、現在は耐
熱性の面からシリコンが使用されているが、ハンドリング性に劣るため改
良が求められている。

ギャップフィラーはペースト状の製品であるが、塗付した後に室温で硬化
する硬化型ペーストである。ペースト状で塗布するため被着界面に密着し、低
い接触熱抵抗が得られる。また、密着した状態で硬化するためポンプアウトが
起きない。樹脂にはシリコンやポリウレタンが用いられるが、フィラーを高
濃度に充填すると粘度が高くなって部品表面の凹凸に追従できなくなる。こ
のため高流動性(低粘度)と高熱伝導性を両立させることが重要で、フィラーを
界面処理して濡れ性を高め、高濃度の充填でも流動性を保つ製品などが開発
されている。ギャップフィラーはTIM用放熱材料の中で最も成長している製品
であり、今後さらに拡大していくと予想される。