

●導電性ペーストの熱物性測定と総合解析

TN 516

Comprehensive Thermophysical Analysis of Conductive Pastes

[概要]

高機能化が進む電子製品に搭載される電子部品では、部品点数の増加、高出力化に伴って駆動時の動作温度が高くなり、信頼性確保のために部品を構成する材料の熱特性が注目されています。部品内の回路配線などで用いられる導電性ペーストには、適切な膜質で配線化するための焼結条件の設定や、狭ピッチで配線化した際の発熱密度の低減が必要であり、適切な熱設計・熱対策が求められています。

本報では、導電性ペーストの放熱性ならびに製品(配線)の信頼性に影響を及ぼす各種熱物性を測定し、総合的に解析した事例を紹介します。

Keywords: 受託分析、電気自動車、伝熱、熱変性、サーマルマネジメント

[事例]

以下の2種類の導電性ペーストを測定した結果を紹介します。

低温焼結品 (Low temperature sintered product) : 導電性ペーストの推奨温度条件で焼結した硬化物

高温焼結品 (High temperature sintered product) : 導電性ペーストの推奨温度条件よりも高い温度で焼結した硬化物

1. DSC (Differential Scanning Calorimetry)による耐熱性の比較

Fig. 1 に熱挙動(DSC 曲線)を示します。

低温焼結品、高温焼結品共に約 40 °C 付近にガラス転移点と推測される挙動を示し、低温焼結品では、約 160 °C 付近に吸熱ピークとベースラインの歪み(発熱側へのシフト)が観測されました。

低温焼結品において 160 °C 付近に確認された吸熱ピークは、バインダーの融解もしくは熱分解の発生に由来していると予想されました。

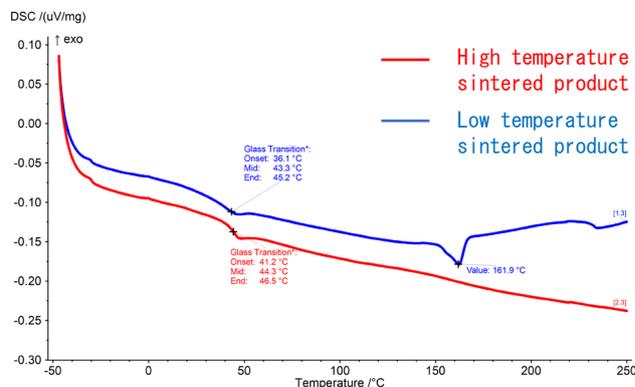


Fig. 1 DSC curves of conductive pastes

2. TMA (Thermo-Mechanical Analysis)による寸法安定性の比較

Fig. 2 に厚み方向の熱膨張(TMA 曲線)を示します。

DSC でガラス転移点の確認された温度領域で熱膨張挙動に変曲点があり、低温焼結品の熱膨張量が大きいことが確認されました。これはバインダーの特性が表れていると考えられます。また、低温焼結品は 160 °C 付近で収縮方向の挙動を示しました。これは DSC の結果で予想されたバインダーの融解もしくは熱分解に伴って、硬化物の寸法が変化したものと考えられます。

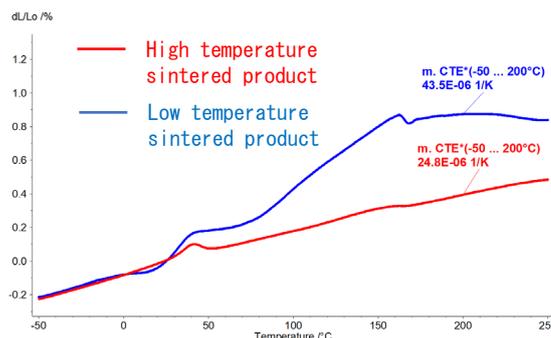


Fig. 2 TMA curves of conductive pastes

3. レーザーフラッシュ法による放熱性(熱伝導率)の比較

Fig. 3 に熱伝導率の温度依存性の測定結果を示します。

すべての温度領域で低温焼結品の熱伝導率が低いことが確認されました。DSC および TMA の結果から低温焼結品は高温焼結品と比べてバインダーが多いことが示唆されており、バインダーが熱抵抗の要因となっていることが考えられました。

また、熱伝導率の温度依存性は両サンプル共に約 50 °C 付近に最大値をとる傾向を示しました。

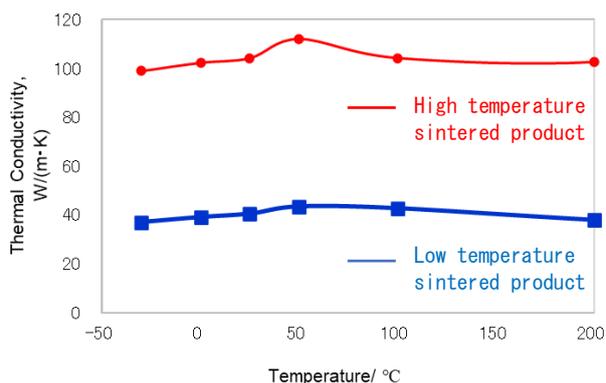


Fig. 3 Thermal conductivity of conductive pastes

4. 考察

事例 1~3 の結果から本導電ペースト焼結品(配線)の熱特性を以下の通り考察します。

(1) 焼結温度の選定(低温焼結品と高温焼結品の放熱性、耐熱性から考察)

高温焼結品で高い熱伝導率を示しており、放熱特性に優れていると考えられます。しかし、高温で焼結した場合は、熱分解によるバインダーの減少に伴って配線に求められる柔軟性や形状の維持が発揮できず、配線の焼成条件としては不適切であると考えられます。

(2) 使用環境の上限(低温焼結品の耐熱性、放熱性から考察)

低温焼結品はバインダーの融解と推測される約 160 °C までが使用温度として考えることができます。使用温度を超えた場合、融解の現象により吸熱の反応と同時に導電性粒子の構造(接触状態)が変化するため、配線の放熱性が僅かに低下し、形状の維持も難しくなることが推測されます。

(3) 性能が発揮される使用環境(低温焼結品の耐熱性、熱寸法安定性、放熱性から考察)

低温焼結品は約 40 °C 付近にガラス転移点を持ち、その温度付近で熱伝導率が最大値を取ることから、この温度領域で柔軟性と放熱性を最大限に発揮することができます。ただし、同温度域を超えるとバインダー由来の大きな熱膨張が発生することから、他の部品との接触や熱膨張応力による歪みなどを考慮した製品設計が必要であると考えられます。

[総括]

製造条件・使用環境を想定した必要な特性(熱物性)を分析・評価し、各種結果を組み合わせることで、製品の信頼性を向上することができます。

[関連リンク]

住化分析センター：車載用各種材料の熱物性評価(2017)

https://www.scas.co.jp/scas-news/sn-back-issues/pdf/45/SCASNEWS2017-1_web_p11-14.pdf