

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ FS 事後評価報告書**

研究開発課題名	負熱膨張性マンガ窒化物の微粒子化と絶縁コーティング
プロジェクトリーダー	株式会社高純度化学研究所
所属機関	株式会社高純度化学研究所
研究責任者	竹中 康司（名古屋大学）

1. 研究開発の目的

機能的にもコスト的にも優れた Mn-Zn-Sn-N 系マンガ窒化物は、2012 年の秋より代表機関から熱膨張抑制剤 Smartec®として量産、商業販売されるに至った。この間、電子デバイス分野からは、微粒子化と絶縁コーティングに度重なる強い要請が出ており、これが実現されれば、パワー半導体のヒートシンク・ラジエター、上述の 3DIC 層間充填材、各種素子の封止材、電子回路基板など、電子デバイス分野での用途が一気に広がると期待されている。本研究によって、この要請に応え、先端電子デバイスの高機能化・省力化・長寿命化に貢献することを目的とした。

2. 研究開発の概要

①成果

FS では微粒子化目標を中心粒径 $D_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ とした。微細化に伴う負熱膨張性能の劣化懸念に対し、挙動変化、要因の把握、対策新組成や加工方法の検証を行い、目標粒径への到達と微粒子化前後での性能保持を確認した。この微粒子化基材にシリカ(SiO_2)をいくつかの異なる方法で被覆し絶縁性能を付与。さらに樹脂と混練複合化を試み、3D-IC アンダーフィル剤として模擬ウエハに実装、従来フィラーとの熱応力を比較検証した。

研究開発目標	達成度
<p>①Mn-Zn-Sn-N 系マンガ窒化物熱膨張抑制剤(Smartec®)の微粒子化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中心粒径 $D_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ で機能するマンガ窒化物熱膨張抑制剤の開発 ・鋭角な尖りのない角丸な粒子形状 	<p>① 室温タイプ (Smartec®-M) 粒子 $D_{50} = 2.29 \mu\text{m}$ (参考: $D_{90} = 4.46 \mu\text{m}$)</p> <p>高温タイプ (Smartec®-H) 粒子 $D_{50} = 1.99 \mu\text{m}$ (参考: $D_{90} = 3.53 \mu\text{m}$)</p> <p>また、鋭角な尖りのない角丸な粒子は、特殊な方法による粉砕により可能と判明。 (達成度 100%)</p>
<p>② Mn-Zn-Sn-N 系マンガ窒化物熱膨張抑制剤(Smartec®)の絶縁コーティング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原料基材の体積電気抵抗率 $\rho = 2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ に対し、$\rho \geq 10 \Omega \cdot \text{cm}$ の絶縁性の付与 (体積電気抵抗率 $\rho \geq 5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ の付与) 	<p>② 室温タイプ (Smartec®-M) $\phi 31$ 圧粉体 基材の抵抗率測定値 $1.072 \times 10^1 \Omega \cdot \text{cm}$ に対し、 絶縁コーティング後 $6.658 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 体積電気抵抗率の付与 $5.89 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$</p> <p>高温タイプ (Smartec®-H) $\phi 31$ 圧粉体 基材の抵抗率測定値 $8.777 \times 10^0 \Omega \cdot \text{cm}$ に対し、 絶縁コーティング後 $6.196 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 体積電気抵抗率の付与 $6.20 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ (達成度 100%)</p>

<p>③市場調査 調査のステップは、 微粒子化・絶縁コーティングの潜在的な需要の調査→より具体的な需要・用途調査 →研究開発のターゲットに反映</p>	<p>③ $D_{50} \leq 5 \mu\text{m}$ 粒子での需要・用途は、IGBT 等パワーデバイスのヒートシンク用熱伝導材料 TIM、フリップチップの実装用アンダーフィル用途が該当。 2025 年 市場成長予想から、この2つの用途にのみ絞り試算した結果 235.44 億円/年であった。 (達成度 100%)</p>
---	---

②今後の展開

本材料は、微粒子化と絶縁化の研究によって、電子デバイス用途という新たな可能性が開けた。電子デバイスへの実採用には、この他に要求される仕様・条件が多々あるが、今回の研究によって要求性能を造り込むための様々な要素も明らかにできた。今後は、期待される性能を発揮できる本材料の提供に向け、カスタマイズ対応しニーズに応えていく。

3. 総合所見

目標を達成し、次の研究開発フェーズ移行に十分な成果が得られている。既に市場調査により有望な用途ターゲットも明確になっており、それぞれの市場ニーズに対応した研究開発を行うポテンシャルを有していることから、イノベーション創出が大いに期待できる。

引き続き今回の成果を更に発展させ、早期事業化の実現に向けて取り組んで欲しい。