

研究課題 (テーマ)		自己修復性を有する高分子系放熱材料の開発																														
研究者	所属学科等	職	氏名																													
代表者	機械システム工学科	助教	納所泰華																													
分担者	機械システム工学科	教授	真田和昭																													
研究結果の概要																																
<p>高熱伝導性を有する充てん材（フィラー）と高分子材料を複合化した高分子系放熱材料は、軽量で優れた成形加工性を有しているため、電気・電子機器に多用されている。しかし、機器作動時の温度サイクルで、材料内部に損傷が発生し、熱伝導率が低下するだけでなく、絶縁破壊の危険性が高まる。本研究では、修復剤を内包したマイクロカプセルで、高分子系放熱材料に自己修復性を付与することで、長期間優れた熱伝導性と電気絶縁性を維持する高分子系放熱材料の開発を最終的な目的とする。</p> <p>下図は、アルミナ/シリコーン樹脂複合材料を対象に、JIS C 60068-2-14 に準拠した温度サイクル試験（試験条件：高温保持温度 85℃、低温保持温度 -40℃、保持時間 30 min、300 サイクル）を行い、試験前後の熱伝導率および電気抵抗率測定結果を比較したものである。温度サイクル試験後、本試験条件ではアルミナ/シリコーン樹脂複合材料の熱伝導率の劣化がほとんど見られなかった。一方、複合材料の電気抵抗率は、温度サイクル試験後、著しく増大した。これは、温度サイクル試験後に、アルミナ/シリコーン樹脂複合材料内に生じた微小な損傷（マトリックスき裂やマトリックスとアルミナフィラー間の界面はく離等）が要因であると考えられる。</p>																																
<p>The figure consists of two bar charts. The left chart shows Thermal conductivity (W/mK) on the y-axis (0 to 2) versus Alumina volume fraction (vol%) on the x-axis (30, 50, 60). The right chart shows Electrical resistivity (Ωm) on a logarithmic y-axis (10<sup>13</sup> to 10<sup>15</sup>) versus Alumina volume fraction (vol%) on the x-axis (0, 30). Both charts compare 'Initial' (white bars) and '300 cycles' (grey bars) data. Red shaded regions highlight the 'Microcapsule 10vol% containing Alumina/Silicone resin composite' for both properties.</p> <table border="1"> <caption>Figure 1 Data: Thermal Conductivity and Electrical Resistivity</caption> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alumina volume fraction (vol%)</th> <th colspan="2">Thermal conductivity (W/mK)</th> <th colspan="2">Electrical resistivity (Ωm)</th> </tr> <tr> <th>Initial</th> <th>300 cycles</th> <th>Initial</th> <th>300 cycles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 (Microcapsule)</td> <td>~0.5</td> <td>~0.5</td> <td>~3 × 10<sup>13</sup></td> <td>~2 × 10<sup>14</sup></td> </tr> <tr> <td>30 (Resin)</td> <td>~0.5</td> <td>~0.5</td> <td>~2 × 10<sup>13</sup></td> <td>~1 × 10<sup>14</sup></td> </tr> <tr> <td>50 (Resin)</td> <td>~0.9</td> <td>~0.9</td> <td>~2 × 10<sup>13</sup></td> <td>~1 × 10<sup>14</sup></td> </tr> <tr> <td>60 (Resin)</td> <td>~1.5</td> <td>~1.5</td> <td>~1 × 10<sup>13</sup></td> <td>~8 × 10<sup>14</sup></td> </tr> </tbody> </table>				Alumina volume fraction (vol%)	Thermal conductivity (W/mK)		Electrical resistivity (Ωm)		Initial	300 cycles	Initial	300 cycles	30 (Microcapsule)	~0.5	~0.5	~3 × 10 <sup>13</sup>	~2 × 10 <sup>14</sup>	30 (Resin)	~0.5	~0.5	~2 × 10 <sup>13</sup>	~1 × 10 <sup>14</sup>	50 (Resin)	~0.9	~0.9	~2 × 10 <sup>13</sup>	~1 × 10 <sup>14</sup>	60 (Resin)	~1.5	~1.5	~1 × 10 <sup>13</sup>	~8 × 10 <sup>14</sup>
Alumina volume fraction (vol%)	Thermal conductivity (W/mK)		Electrical resistivity (Ωm)																													
	Initial	300 cycles	Initial	300 cycles																												
30 (Microcapsule)	~0.5	~0.5	~3 × 10 <sup>13</sup>	~2 × 10 <sup>14</sup>																												
30 (Resin)	~0.5	~0.5	~2 × 10 <sup>13</sup>	~1 × 10 <sup>14</sup>																												
50 (Resin)	~0.9	~0.9	~2 × 10 <sup>13</sup>	~1 × 10 <sup>14</sup>																												
60 (Resin)	~1.5	~1.5	~1 × 10 <sup>13</sup>	~8 × 10 <sup>14</sup>																												
<p>図 温度サイクル試験前後の複合材料の熱伝導率（左）および電気抵抗率（右）</p>																																
今後の展開																																
<p>本研究では、マイクロカプセルと高熱伝導性フィラー（アルミナフィラー）を組み合わせで作製した高分子系放熱材料を対象に、温度サイクル試験を行い、熱伝導性と電気絶縁性を調査したが、自己修復性について検証する必要がある。今後は、数値シミュレーションを併用しつつ、自己修復性を効率よく発現するための微視構造設計指針を模索していく予定である。</p>																																