

## 二層構造を有する新規熱放射材料の開発

### Thermal-Radiation Material with Double Layers

(株)日立製作所 日立研究所<sup>1</sup>, 富山県立大<sup>2</sup> °伊藤 真紀<sup>1</sup>, 石井 利昭<sup>1</sup>, 真田 和昭<sup>2</sup>

Hitachi, Ltd., Hitachi Res. Lab.<sup>1</sup>, Toyama Prefectural Univ.<sup>2</sup>, °M. Ito<sup>1</sup>, T. Ishii<sup>1</sup>, K. Sanada<sup>2</sup>

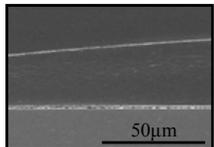
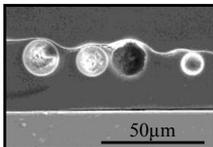
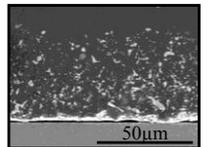
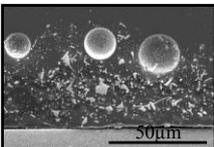
E-mail: maki.ito.vf@hitachi.com

【背景・目的】近年、電子機器は高機能化と小型化により発熱密度が増加し、放熱性向上が求められている。放熱を促進する手段として放射伝熱がある。電子機器に熱放射材料を塗ることで、放射伝熱により放熱性の向上が報告されている<sup>1,2)</sup>。本検討では熱放射材料の高性能化を目的とし、放熱シミュレーションを用いて放熱性に影響を及ぼす因子を抽出し、最適化することで、高熱伝導層と高熱放射層の二層構造を有する新規の熱放射材料を開発した。

【実験方法】放熱シミュレーションは樹脂とセラミックス粒子からなるモデルを ANSYS で定常放射伝熱解析し、雰囲気温度 0°C、真空下でモデル下部から熱流束を与え、モデル内部の最高温度を求めた。熱放射材料の作製は、セラミックス粒子とアクリル樹脂と溶剤をハイブリッドミキサーで混合し作製した。熱放射材料の性能評価治具は、面状発熱体の両面にアルミ板を接着し、アルミ板中央に熱電対をアルミ用はんだで取り付けした後、材料をアルミ板にハケを用いて塗布し、加熱・硬化した。27°C、無風下で面状発熱体に一定電力(6W)を印加した時、測定温度が一定となった温度を測定した。

【結果】放熱シミュレーションでは樹脂とセラミックス粒子の熱伝導率、モデルの表面積と表面放射率を変化させた。その結果、熱伝導率の向上、表面積の増加、放射率の向上に伴い、最高温度が低下し、放熱性が向上した。発熱体から膜表面への熱伝導性を向上する高熱伝導層を膜内部に有し、伝わった熱を熱放射として放熱するために高放射セラミックスを露出させた高熱放射層を膜表面に有する二層構造が、放熱性向上に最適であることが示唆された。高熱伝導層には分岐構造を有するテトラポット型酸化亜鉛<sup>3)</sup>、高熱放射層には内部に空孔を有する中空シリカを充填した。Table 1 に各材料の SEM 断面写真・放射率・熱伝導率・放熱評価結果を示す。高熱伝導層及び高熱放射層の単体構造より、二層構造の方が表面温度の測定値が低く、放熱性向上に有効であることが確認できた。

Table 1 Cross-sectional SEM image and thermal properties of coated layers

Layer	Matrix resin	Highly thermal-radiation single layer	Highly thermo-conductive single layer	Double layers
Cross-sectional SEM image				
Emissivity	0.50	0.84	0.81	0.86
Thermal Conductivity (W/m·K)	0.29	0.46	2.87	1.51
Surface Temperature(°C)	82	78.5	78.4	75

【参考文献】 [1]Y. Sha, Y. Jhuo, K. Chen, S. Wang, Thermal Radiation Material for Electronic Devices Applications, *IMPACT*, **8**, pp.74-77(2013), [2]日夏 雅子, 藤原 武, 半導体パッケージ周辺用の放熱材料の開発, エレクトロニクス実装学会誌, **17**, pp.175-179(2014), [3]Y. Shimazaki, F. Hojo, Y. Takezawa: "Preparation and characterization of thermoconductive polymer nanocomposite with branched alumina nanofiber", *Appl. Phys. Lett.* **92**, 133309(2008)