

●熱輻射特性評価：熱量法による全放射率測定

TN512

Evaluation of Thermal Radiation Characteristics by Total Emissivity Measurement

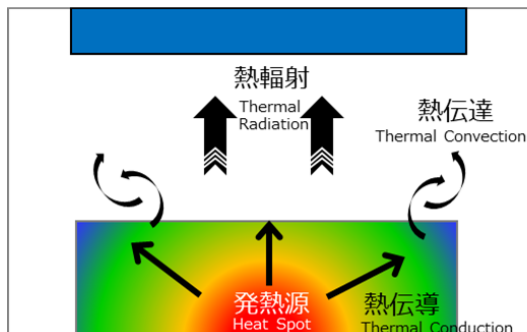
[概要]

近年電子機器は高機能化・小型化が進み、限られた面積内に多くの部品が集積されるようになりました。そして、その駆動時の発熱が製品自体の寿命や信頼性に影響を与えると危惧されています。そこで熱源から効率よく放熱させるために熱伝導・熱伝達現象を制御した熱対策や熱設計が検討されています。熱伝導・熱輻射・熱伝達現象の模式図を Fig. 1 に示します。

配置最適化や構成材料の高熱伝導化による熱対策や熱設計は徐々に限界へと近づいてきており、放熱性をより向上させるため熱輻射の利用が着目されています。熱輻射は熱伝導・熱伝達(もしくは対流)とは異なり、物体から放射または物体表面で反射された電磁波が空間を伝播する熱移動です。

熱輻射は放射率として計測できますが、その計測では①材料の他に試料表面の粗さおよび凹凸の大きさ、反射(拡散反射、鏡面反射)、酸化や表面の汚れなどの表面特性に依存するために有姿のままの測定・評価が要求され、②伝熱現象のモデル化、熱シミュレーションを高精度に行うためには、複合的波長の電磁波として放射される熱輻射を全波長域の物理量として評価する全放射率の計測が必要になります。本報では、電子機器の熱設計に有効となる部材熱輻射特性評価として全放射率測定法および評価事例をご紹介します。

Keywords: 射出率、熱流束、熱輸送、熱マネジメント、受託分析



伝熱形態(Heat transfer)	
熱伝導 Thermal conduction	物体内の温度勾配による熱移動
熱輻射 Thermal radiation	電磁波による熱移動
熱伝達 Thermal convection	流体(液体・気体)の移動による熱移動

Fig. 1 Modes of thermal energy transport

[特徴・原理]

本手法は、放射率既知の材料で構成される検出器から一定の熱流を検出部から試料へ放射し、試料から検出部に再放射され、熱平衡状態が定常化した時に試料の全放射率が得られる方法です。なお本手法の特徴として、黒化などの表面処理を行わない有姿試料による測定が可能です。装置構成を Fig. 2、測定条件を Table 1 に示します。

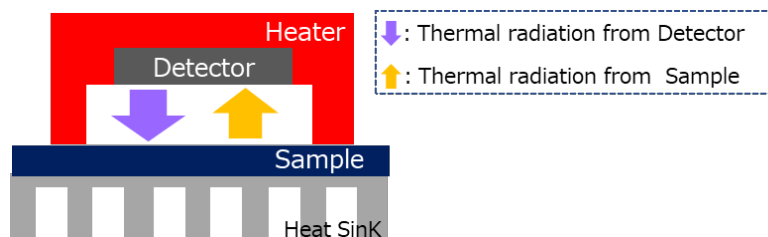


Fig. 2 Schematic of measurement system of total emissivity

Table 1 Technical Specifications of Emissivity Measurement

放射率測定範囲 Measuring Range of Emissivity	0.01～1.00	
測定試料片サイズ Sample Size	60 mm ϕ or 70 × 70 mm ²	
測定温度 Temperature Range	室温 Room Temperature	
標準板 Reference Materials	低放射率: 約 0.1 Low Emissivity: approx. 0.1	高放射率: 約 0.8 High Emissivity: approx. 0.8

[事 例 1 : 材料毎の全放射率の違い]

金属、ガラスおよび樹脂について、実測定による全放射率を Table 2 に示します。アルミニウムのような研磨金属・金属蒸着膜などの導電体は、高反射率かつ電荷分布の時間変化が小さいため、同程度の表面特性を有するガラスなど不導体に比べて全放射率が低くなる傾向があります。

Table 2 Total Emissivity at Room Temperature

試料 Material	全放射率 Total Emissivity
アルミニウム(Aluminum)	0.06
石英ガラス(Glass)	0.82
アクリル樹脂(Acryl polymer)	0.81

[事 例 2 : 表面形状の違いによる全放射率測定]

カーボンコートを施した光沢度の異なる試料の全放射率を測定した結果を Table 3 に示します。光沢の小さい試料は光沢のある試料より表面が粗く、熱放射に係る表面積の増加によって全放射率が高くなったと考えられます。したがって熱対策や熱設計の際には、全放射率と表面特性等の複合的な解析が重要になります。

Table 3 Measurement Results

試料 Sample	表面粗さ(算術平均高さ) Surface Roughness: Sa (μ m)	全放射率 Total Emissivity
マット(光沢度: 1.8) Matte Color	3.9	0.71
光沢(光沢度: 65.5) Glossy Color	1.7	0.56

[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