接触熱抵抗予測式の低接触圧力領域適応可能性に関する検討

Study of adaptability of the contact thermal resistance predictive formula to low contact pressure regions

○学 兵藤 文紀 (富山県大) 正 畠山 友行 (富山県大)
正 木伏 理沙子 (山口東理大) 正 石塚 勝 (富山県大)

Yoshiki Hyodo¹, Tomoyuki Hatakeyama¹, Risako Kibushi² and Marasu Ishizuka¹

¹ Toyama Prefectural University, 5180 Kurokawa, Imizu-shi, Toyama 939-0398, Japan

² Sanyo-Onoda City University, 1-1-1 Daigakudori, Sanyo-Onoda-shi, Yamaguchi 756-0884, Japan

Key Words: Electronics, Contact thermal resistance, Constriction resistance, Predictive formula

近年の電子機器の小型化に伴い、電子機器の発熱密度の上昇が続いている。発熱密度の上昇は、電子機器使用時の温度上昇に繋がり、性能・寿命の低下の要因となる。接触熱抵抗は電子機器の放熱のネックとなる場合が多く、正確な熱設計を行うためには接触熱抵抗を考慮する必要がある。これまで接触熱抵抗の予測式として、橘・佐野川⁽¹⁾⁽²⁾の式が報告されているが、接触圧力が1 MPa以上である点や表面粗さが20 μm以下である点など、限定された範囲で使用する事を想定しており、電子機器で想定される低接触圧力領域(10~1000 kPa)では、その精度が保証されていない。富村⁽³⁾の報告によると、低接触圧力領域における接触熱抵抗の値は、接触面の縮流熱抵抗を考慮していない橘の式と縮流熱抵抗を考慮した佐野川の式の両者の間に挟まれていることがわかっている。しかし、低接触圧力領域における接触熱抵抗を正確に予測するまでには至っていない。

本研究では、橘・佐野川の式を低接触圧力領域に適応するために予測式の修正法について検討した。検討を行うにあたり、一方向熱流定常比較法⁽⁴⁾を用いて低接触圧力領域におけるアルミニウム合金の接触熱抵抗を測定し、橘・佐野川の式を実験結果にフィッティングするように修正を行った。著者らは、橘・佐野川の式の縮流熱抵抗の項に着目し、縮流熱抵抗の項を修正した。橘・佐野川の式の縮流抵抗の項は、高接触圧力領域(1 MPa)では材料の熱伝導率によってのみ変わる定数とされている。しかし、低接触圧力領域では縮流熱抵抗の値が一定にならない。そこで、本研究では、縮流熱抵抗の項を Holm⁽⁵⁾の縮流理論⁽⁵⁾を応用して決定した。その結果、本研究で提案した修正を施すことで、橘・佐野川の式を用いて低接触圧力領域における接触熱抵抗を正確に予測できることが明らかになった。

本研究は、JSPS KAKENHI Grant Number JP 17K 14605 の補助を受けた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- (1)橘, 日本機械学会誌, 55-397, (1952), 8-13
- (2)佐野川, 機論, 33-251, (1967), 1131-1137
- (3)富村, 他1名, 日本機械学会九州支部講演論文集, 138-3, (2013), 4F4
- (4)大串, エレクトロニクス実装学会誌, 18-1, (2015), 61-65
- (5)R.Holm, Electric Contacts Fourth Edition, Springer, (1967), 11-22