

パワーモジュール用低熱膨張高熱伝導クラッド材

Clad Metal with Low Coefficient of Thermal Expansion and High Thermal Conductivity for Power Modules

低炭素社会の実現のためにエネルギー損失の少ないことに加え、高温での高速動作が可能な炭化ケイ素(SiC)パワーデバイスへの期待が高まっている。しかしながら、SiCパワーデバイスは高温動作が可能である一方で配線材、接合部材、ヒートスプレッド材等の周辺部材との熱膨張係数が一致していないため、パワーデバイスが温度変化するとき熱膨張係数の不一致により熱応力が発生する。温度変化が繰り返されることにより、接合部材等に熱応力が蓄積され最終的には剥離や亀裂が発生する。パワーデバイスの高熱動作を長期間実現するためには、高い熱伝導率を確保しながら繰り返し発生する熱応力を抑制することができる材料が必要となる。

図1には各種ヒートスプレッド材の熱伝導率と熱膨張係数の関係を示す。当社が開発したCu/36Ni-Fe/Cuクラッドメタルは高い熱伝導率とSiCに近い熱膨張係数を兼備しており、SiCパワーデバイスの長期信頼性に有効であると考えられる。図2はCu/36Ni-Fe/Cuクラッドメタルの各板厚比率(36Ni-Fe)のときの熱膨張係数および熱伝導率の値を算出した結果を示す。また、図3はCu/36Ni-Fe/Cuクラッドメタルの各板厚比率(36Ni-Fe)のときの体積抵抗率の値を算出した結果である。図2や図3から分かるようにクラッドメタルは板厚比率を変化させることで各種特性値をコントロールすることができる。例えばCu/36Ni-Fe/Cuク

ラッドメタルの36Ni-Fe板厚比率33%の場合、熱膨張係数は約 $9 \times 10^{-6}/K$ となり、高熱伝導率と低体積抵抗率を維持しつつSiCとの熱膨張係数の差を純Cuの約40%に低減できる。用途や使用される場所によって材料に求められる特性値は異なることが多いが、本クラッドメタルは要求される特性値を容易に設計することができる。図4はパワーモジュールへの適用例を示す。本クラッドメタルは、ヒートスプレッド以外にも配線材や接合部材周辺に使用することができると考えており、次世代パワーモジュールの性能向上に貢献すると期待される。

(株式会社プロテリアル金属)

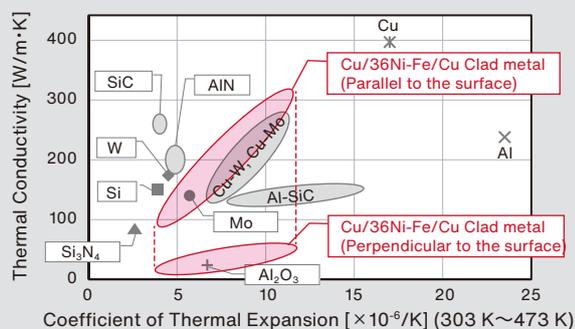


図1 各種ヒートスプレッド材の熱伝導率と熱膨張係数

Fig.1 Thermal conductivity and coefficient of thermal expansion for various types of heat spreader materials

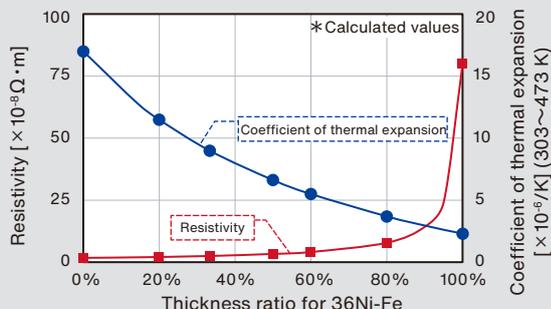


図3 Cu/36Ni-Fe/Cu クラッドメタルの板厚比率が体積抵抗率と熱膨張係数に及ぼす影響

Fig.3 Relationship dependence of Cu/36Ni-Fe/Cu thickness ratio, resistivity and coefficient of thermal expansion on Cu/36Ni-Fe/Cu thickness ratio

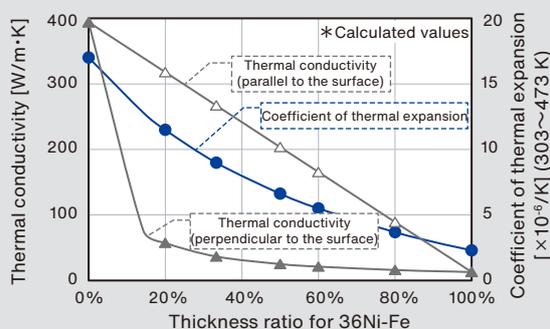


図2 Cu/36Ni-Fe/Cu クラッドメタルの板厚比率が熱伝導率と熱膨張係数に及ぼす影響

Fig.2 Relationship dependence of Cu/36Ni-Fe/Cu thickness ratio, thermal conductivity and coefficient of thermal expansion on Cu/36Ni-Fe/Cu thickness ratio

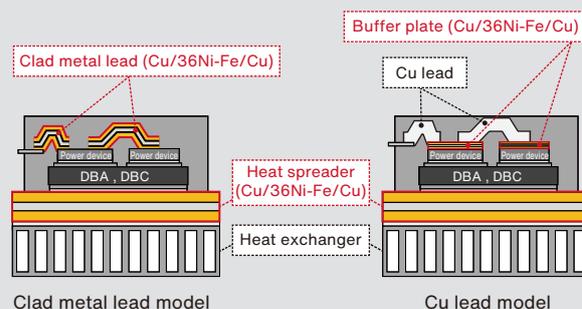


図4 パワーモジュールへの当社クラッドメタルの適用例

Fig.4 Example of using clad metals for power module