

Al/Ni 多層膜の自己伝播発熱反応接合の研究

[研究代表者] 生津資大 (工学部機械学科)

[共同研究者] 山本哲也, 高橋利英 (株式会社東芝)

研究成果の概要

Al と Ni をナノの厚みで積層堆積させた Al/Ni 多層膜の自己伝播発熱反応を用いてハンダを瞬時に溶解させ、放熱板への LED モジュールと放熱器の瞬間ハンダ接合技術の有効性を実験的に調査した。前年度の実験で得られた最適条件の Al/Ni 多層膜を用いて LED モジュールの瞬間ハンダ接合を試みた結果、Al/Ni の片側にハンダ箔を配置したものは見た目では接合できていたが、両側にハンダ配置したものは接合できなかった。これは Al/Ni 膜の熱量が不足していることに因る。見た目接合ができたかと判断したサンプルも全面ではなく部分的にしか接合されていないことがわかった。

研究分野： ナノテクノロジー, 材料工学, 機能性材料

キーワード： 自己伝播発熱材料, 瞬間反応接合, LED モジュール

1. 研究開始当初の背景

Al/Ni 多層膜は Al と Ni を数十 nm の厚みで積層堆積させた膜材料である。これに外部から微小刺激を与えると、NiAl 化合物の生成に伴い発熱する。局所的な発熱が周辺の反応を誘起するエネルギーとして使われるため、発熱反応が膜内を自己伝播する。この発熱反応は化合物生成に伴う結晶構造変化のみで生じ、酸素等を要しないために雰囲気を選ばない。また、反応速度は 10m/s 程度と極めて速い。このような特徴を利用して、Al/Ni 多層膜を熱源とした新たなハンダ接合技術が注目されている。

2. 研究の目的

本研究では、Al/Ni 自己伝播発熱多層膜をハンダ溶解熱源として使い、デバイスにダメージを与えることなく瞬間的に接合を完了する新たな手法を提案する。研究代表者のチームでは、これまでに Al/Ni 発熱多層膜を用いて Si ウェハを 0.1 秒未満で瞬間ハンダ接合する技術を開発してきた (図 1)。今回は LED デバイスモジュールと放熱器の瞬間接合にこの技術を適用する。この新たな接合が実現し、従来のリフローに置き換われば、半導体製造工程の大幅な簡素化が進み、低コスト・低エミッション・省エネ化が実現すると期待できる。



図 1 Al/Ni 多層膜の発熱反応の様子

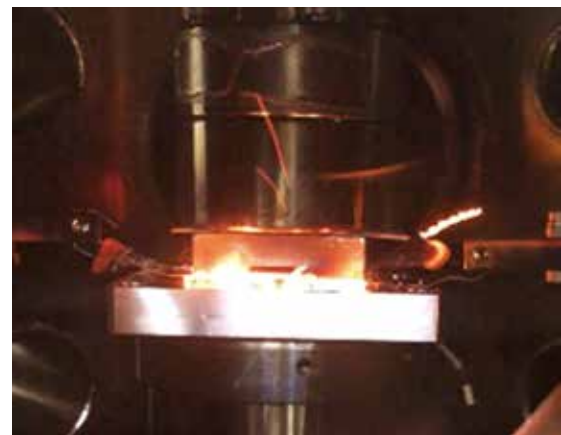


図 2 LED モジュールの瞬間ハンダ接合の様子

3. 研究の方法

総膜厚 80 μ m の Al/Ni フォイル (市販品) の片側もし

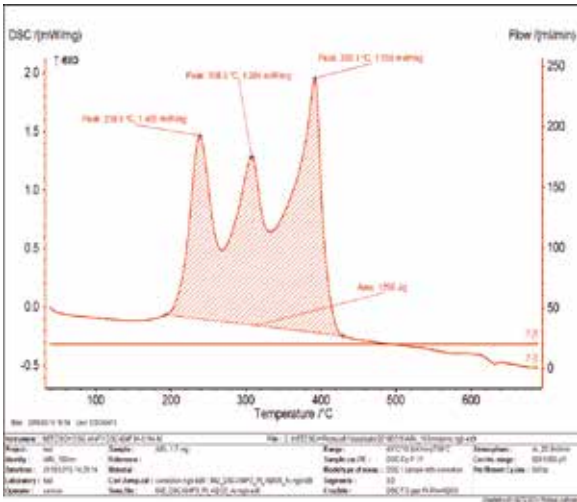


図3 Al/Ni 多層膜の DSC 測定結果例

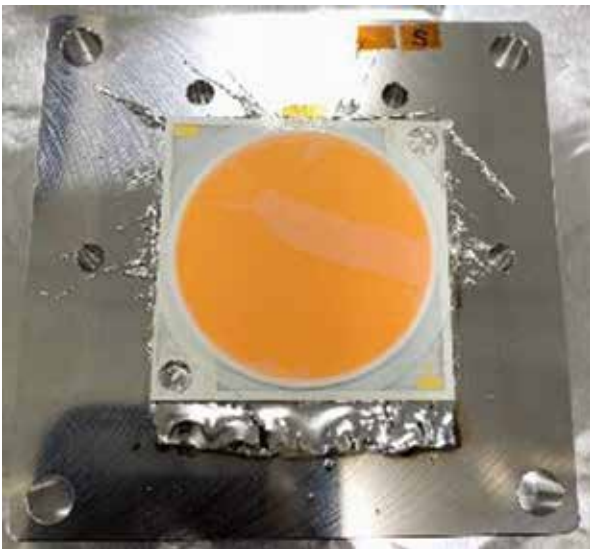


図4 瞬間ハンダ接合した LED モジュール

くは両側に厚さ 80 μ m の Sn-0.7Cu-Ni-P-Ge ハンダ箔を配置して LED モジュールと放熱器との瞬間ハンダ接合を試みた。図 2 に示すように、LED モジュールと Al 放熱器の間に Al/Ni 発熱多層膜を挟み、電気刺激を与えた結果、反応誘起させることに成功した。

4. 研究成果

図 3 に示す DSC 結果より、Al/Ni 発熱多層膜の単位質量当たりの発熱量は 1256J/g であった。図中に見られる 3 つのピークは Al と Ni から成る異なる種類の金属間化合物が生成されることを示しており、最も高温のピーク時に原子比 1:1 の NiAl が生成されることを別途 XRD で確認した。

市販の Al/Ni フォイルの片側もしくは両側に厚さ 80 μ m のハンダ箔を配置し、LED モジュールと放熱器を

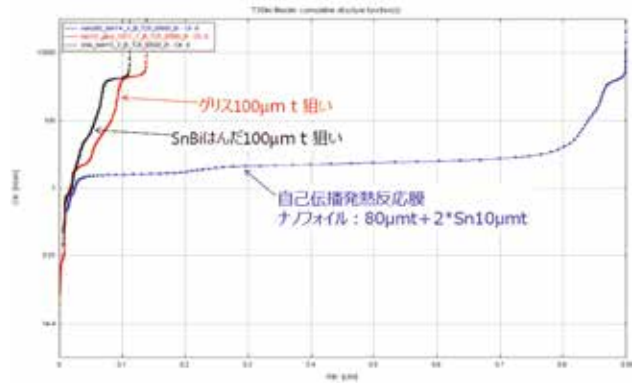


図5 接合したモジュールの熱抵抗計測結果例

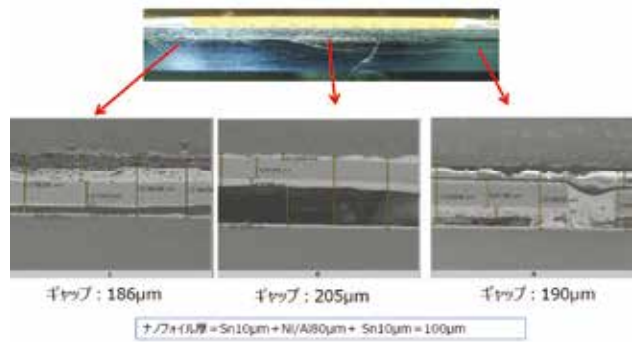


図6 接合したモジュールの側面からの観察結果例

模擬した Al 基板の瞬間接合を試みた結果、図 4 に示すように両側にハンダ箔を配置した条件では見た目は接合完了した。一方、片側のみにハンダ箔を配置した条件では接合ができなかった。しかし、見た目には接合完了したサンプルであっても、その熱抵抗は図 5 に示すように極めて高い状態にあった。これは前年度に得られた課題と同様である。断面観察結果より、図 6 に示すようにハンダと LED デバイス基板間に空隙があり、部分的に接合された状態が高熱抵抗の要因であることを確認した。加圧力を高めることや Al/Ni の膜厚を増やすこと、LED モジュールと Al 冷却器の接合面の平坦度を上げること等の対策が必要である。

5. 本研究に関する発表

該当なし。