微細接合部の界面を簡単に分離できる技術の開発に成功

平成１６年2月２６日
独立行政法人物質・材料研究機構

１．概要

独立行政法人物質・材料研究機構（ＮＩＭＳ、理事長：岸　輝雄）エコマテリアル研究センター（センター長：原田幸明）エコデバイスグループ（ディレクター：須賀唯知（東京大学教授)）の細田奈麻絵主幹研究員らのグループは、接合部に融点が低いガリウムを用いることで、接合部の界面を簡単に分離できる技術の開発に成功した（図１）。

これは、接合部にガリウムを塗ると、ガリウムが接合界面にそって内側に浸透し、接合界面が常温で液化するという技術である。この技術では、破砕機や高温炉のような特別な設備が必要ないことから、手軽に分離できることが特徴である。この技術を利用して接合部の切り離しを行うことができれば、従来、溶剤などで外すことのできない有機接着を使用した金属の接合界面なども分離・解体が可能になり、環境への負荷を低減させることができる。

この技術は、一般家庭で使用するコンピューターや携帯電話などのエレクトロニクス製品において、特に電子基板からチップの取り外しなどへの応用が期待される。

２．研究の背景

接合技術は、生体組織の接着から電子機器・宇宙船に至るまで組み立て作業に欠かすことのできない技術である。接合技術では、新しい材料や用途に応じた研究開発が要求されているが、これまでは強い接合強度を得ることのみに視点を置いて開発されてきた。その結果、接合部を外すのは困難であり、分解するのに高いエネルギーを要する、人手がかかる、設備を必要とするなど、コストがかかり現実的にリサイクルするには困難な状況であるため、ほとんどリサイクルされることなく廃棄埋め立ての運命を辿っている。廃棄物の増大による廃棄場所不足の問題はすでに深刻になっており、これまでのような大量生産、大量消費型の産業構造は限界にきている。

この現状を脱却するためには、リサイクルを基本とした循環型の産業構造に変えていかなくてはならない。そうした循環型産業構造のキーテクノロジーとなるのが、分離・解体技術である。分離・解体しやすい接合技術は、使用時には強い接合強度が望まれるため、容易に外れず簡単に外せるという一見矛盾した要素を兼ね備えた結合手法が要求されている。本研究の成果は、もともと強固に接合している材料を常温でしかも容易に外すことを実現したものである。

３．研究成果の内容

今回開発したガリウムを使った分離技術では、異種材料の接合部（アルミニウムとサファイア)、同種の接合部（アルミニウム）の切り離しを試みた。

サファイアとアルミニウムを常温接合した界面に、融点が約 30℃の液体ガリウムを接触させ接合界面だけを液化して分離することに成功した（図２)。これは、ガリウムが界面に拡散しやすい現象を利用したものである。アルミニウム同士などのように同じ種類の材料を常温接合した界面においても、液体ガリウムはよく拡散し、接合部を簡単に液化して分離できることを確認した。

この技術をエレクトロニクス実装技術に応用することを想定し、シリコンウエハー上に薄膜状のアルミニウム配線を作り、金バンプを持ったシリコンチップを常温接合したテスト用サンプルを作成した。このテスト用サンプルにガリウムを薄膜状の配線に接触させて試験を行った。ガリウムはアルミニウム配線を伝ってシリコンチップとの接合部の金バンプのところまで拡散して進み、バンプの下の配線を液化しチップの分離を簡単に行うことができることが確認できた（図３)。

４．社会への波及効果と今後の展開

この技術のもっとも特徴的なことは加熱や破砕など特別な処理をすることなく、普通の環境で簡単に部品の取り外しができる点にある。これまで廃棄された製品の中には、まだ使用に耐える部品があっても分離が困難であるが故に全廃棄となっていた。しかし、取り外しに必要なエネルギーや手間などの負担が減ることで、部品の再利用の可能性も高くなる。その結果、廃棄物の減少につながるため、環境への負荷の低減が期待される。

製品の廃棄後における分離回収の困難さは分離する技術そのものだけの問題ではなく、製品の使用後における分離回収を考慮した設計思想が希薄であったこともその要因の一つである。こうした新しい分離手法の開発は、これまでになかったような分離しやすい構造の設計ができる可能性も秘めており、新しいデザインルールの誕生が期待できる。

問い合わせ先：
〒305-0047　茨城県つくば市千現１－２－１
独立行政法人物質・材料研究機構
広報室　　TEL:029-859-2026　FAX:029-859-2017

研究内容に関すること：
独立行政法人物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター　エコデバイスグループ
主幹研究員　細田奈麻絵（ほそだ　なおえ）
TEL:029-860-4529

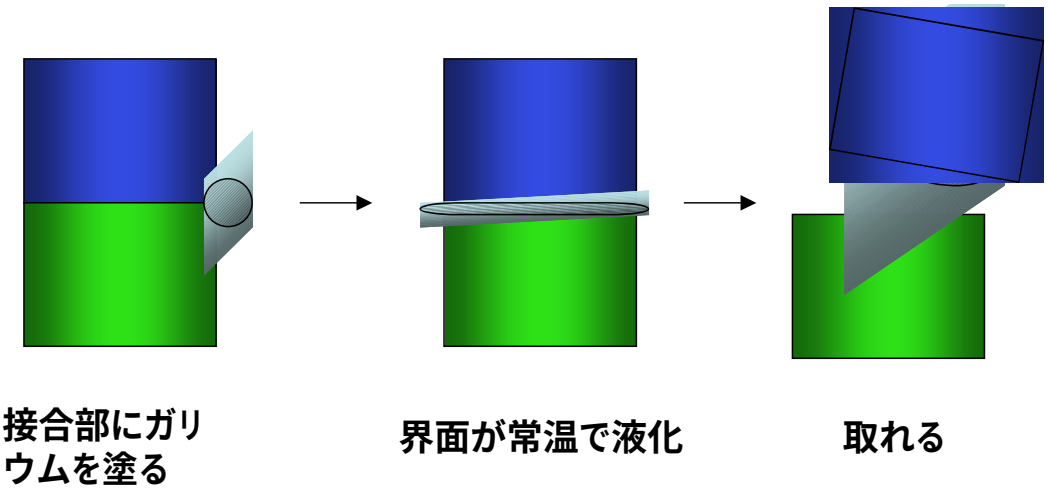
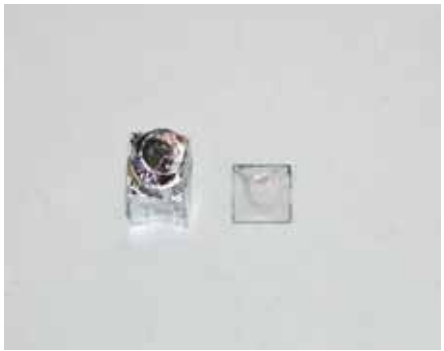


図１　ガリウムを使った接合部の切り離しの原理

アルミニウムとサファイアの常温接合体



界面が液化して分離した接合体

図２　アルミニウムとサファイアの切り離し実験結果

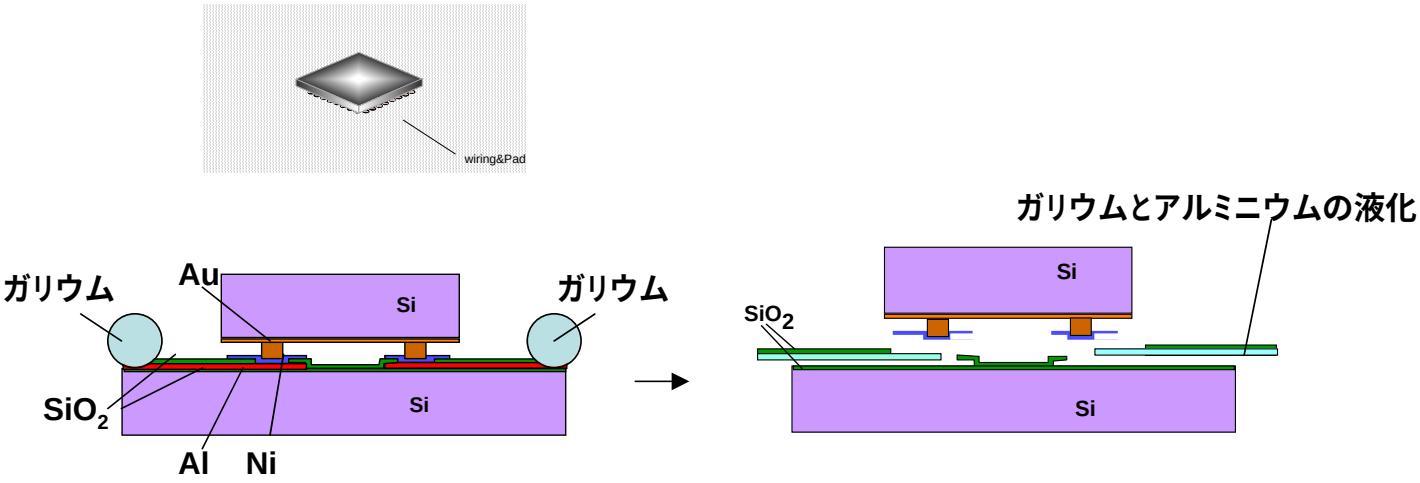


図３　シリコン基板上のアルミニウム配線の常温液化によるバンプ切り離しの原理