



常温ウエハ接合技術とその装置 ならびに接合事例

三菱重工工作機械株式会社
後藤崇之

1. はじめに

常温接合技術は、古くからその原理は知られており、東京大学の須賀教授を始めとして精力的な研究が行われてきた。その結果、日本のお家芸とも言える競争力の高い接合技術に成長した。ただし、実際の産業分野で活発に応用され始めたのはごく最近である。

接合材料（ウエハ）の表面を真空

中で活性化して接合する常温接合技術は、全く熱を加えずに強固な接合が可能であり、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) の封止パッケージングを中心に応用が進められてきた。しかし近年、常温接合の持つ接合材料の多様性を利用し、高周波デバイス、発光デバイス、パワーデバイス等、他のデバイス分野での応用が広がりつつある。

三菱重工工作機械(株)では、各ウエハサイズに対応し、研究用途からデバイス量産に適合する常温ウエハ接合装置を製造・販売しており、常温接合技術の応用拡大を進めている。本装置は、その高品質な接合特性により、MEMS 分野を始めとする、各種デバイスの製造に活用されている。本稿では、本装置の応用分野、接合装置、接合事例について紹介する。

2. 常温接合の原理と特徴

2-1 常温接合の原理

常温接合の原理を図1に示す。通常的环境下では、接合材料表面は酸化膜や吸着層に覆われている。この状態では、室温で接触・加圧しても接合は不可能である。しかしこれらの材料を高真空のチャンバに入れ、Arなどの不活性元素の中性原子やイオンを照射し、接合面上の酸化膜層や吸着層を取り去ると、原子の結合の手 (dangling bond) が表面に現れる。この表面を「活性化された表面」と呼ぶ。このような手段で活性化された表面同士を高真空中で接触させると、強い接合力が生じる。このように、常温接合は、加熱することなしに、全てが室温下で行われるプロセスである。

接合が高真空下で行われるのは、活性化された表面に酸素等が再吸着し、dangling bond を終端してしまうことを避けるためである。また、常温接合は分類上、固相の直接接合（接合界面に中間物を介さない）であるといえる。したがって、dangling bond 同士が原子レベルまで接近する必要があり、接合界面の面粗さが接合の可否を大きく左右する。具体的には、算術平均面粗さ Ra で 1nm 以下であることが必要である。焼結体や多結晶材料の場合、研磨に配慮が必要である。また、接合界面に存在するパーティクルは、ボイドの原因となるため、洗浄も十分行う必要がある。

2-2 常温接合の特徴

以上述べた接合原理から、常温接合は次の特徴を持つ。

(1) 室温で母材並みの接合強度が得られる。

材料により、強度の差はあるが、例えばシリコン同士の接合等では、容易に母材並みの接合強度