



MEMS における接合・接着技術

東北大学 未来科学技術共同研究センター
桑野博喜

1. はじめに

接合・接着技術は一般的に、材料同士、部品同士をつなぎ合わせる技術である。MEMS を始めとするマイクロ電子部品・機構部品から大型構造物まであらゆる製品を製造、生産するために必須となる技術である。接合・接着技術は大きく分けてボルト、リベットなどの機械的手法、接着剤などの化学的手法、溶接、陽極接合、共晶接合などの材質的接合がある。

近年、IoT (Internet of Things) が注目されており、中でもセンサネットワークの必須デバイスとして MEMS が脚光を浴びている。IoT に用いられる各種の MEMS 製品も一般の工業製品や構造物同様に上記のような接合・接着技術を用いて製造・生産される。MEMS は Si 半導体集積回路 (LSI) 製造技術を適用して製造されることが多いので多分に必然的に接合・接着技術もワイヤボンディングやフリップチップなどの LSI 技術を用いることになる。一方で MEMS 自体の特徴として、可動部を持つこと、これにより不活性ガスまたは真空による封止が必要とされる場合が多いこと等が挙げられる。本稿では MEMS によく用いられる接合・接着技術を具体例により概観しつつ将来への展開を述べてみたい。

2. 多用される MEMS 構造の接合・接着技術

一般の工業製品や構造物と同様に MEMS においてもあらゆる接合・接着技術が用いられる。すなわち目的とする機能を実現するために最もコスト的に有利な手法が選択される。機械的手法、接着剤、溶接なども例外なく使用される。MEMS デバイスの多くはその構造中に、ある空間を有しており、その空間内を MEMS 構造の一部または全部が運動する。これにより MEMS センサ、MEMS アクチュエータ、MEMS 制御機器などとしての特徴的な機能が生じる。

図 1 に典型的な MEMS 例として周辺の振動により発電を行う、筆者らのインパクト型マイクロエナジーハーベスタ¹⁾の構造を示す。本エナジーハーベスタは MEMS 構造内に鉄球が自由に運動できる空間 (Cylindrical cavity) を設け、表面を圧電 KNN ((K, Na)NbO₃) 薄膜をスパッタ蒸着した Si カンチレバーに鉄球を衝突させることでカンチレバーに自由振動を生じさせ、その自由振動により KNN 圧電薄膜が発電を行うものである。図 2 に本デバイスの外観 SEM 写真と寸法を示す。図 3 に本デバイスの作製方法を示す。

本デバイスは図 1 の構造図で示すように三層から成っている。第一層では SOI ウェハを用いて KNN 圧電薄膜がスパッタ蒸着された Si カンチレバー部を作製する。この Si カンチレバーに鉄球が衝突し自由振動を生じる。第二層は、鉄球が自由に運動できるキャビティ空間の役割を果たす。第三層は、キャビティの底部である。それぞれの作製法を詳細に説明する。第一層では SOI ウェハの洗浄を行った後に KNN 圧電薄膜の下部電極として Pt/Ti 薄膜を Si 上に形成する。その上に KNN 薄膜をスパッタ蒸着し、フォトリソグラフィにより KNN 薄膜をパターンニングする。次いでリフトオフ法により Pt/Ti 上部電極を形成した後、Si カンチレバー形状をパターンニングする。最後に SOI ウェハの裏面 Si