

平成 17 年度日本材料学会技術賞受賞

陽極接合による封止構造を有する MEMS デバイスの開発と実用化

三菱電機(株) 平田 善明, 番 政広, 山口 靖雄, 奥村 美香, 末次 英治

九州大学 濱田 繁

1 はじめに

半導体プロセスを用いて製作される MEMS (Micro-ElectroMechanical Systems) デバイスは、現在加速度センサ・プリンタヘッド・圧力センサ・DMD (プロジェクタの投影部) 等が製品化に成功し、市場規模も拡大しつつあり、工業界からは DRAM・液晶ディスプレイに続く成功例として大きな期待が寄せられている。MEMS デバイスは電気(半導体)回路と微小な機械要素の集合体であり、開発および実用化に際しては克服すべき機械的な課題が数多く存在する。一例として、加速度センサ等の可動部を有する MEMS デバイスは、可動部を外気から保護するための封止構造が必須となっている。封止構造が不十分であると誤作動する恐れがあるため、製品の信頼性を保証するためには、高い信頼性を有する封止構造の開発が必須である。

2 製品の概要

MEMS デバイスに用いられる封止方法としては、フリットガラス接合・樹脂による接合・はんだ接合等が挙げられるが、筆者らは陽極接合による封止構造を有する MEMS デバイスを開発し実用化に成功した。図 1 に開発した加速度センサを示す。図 2 にセンサ素子製造プロセスの概要を示す。最初にシリコンウエハ表面側に可動構造体部上面の空隙を形成する(図 2 (a))。次にシリコンウエハ表面とガラスを陽極接合する。ガラスには外部電極取り出し用の貫通穴をあけている(図 2 (b))。その後裏面側よりシリコン構造体を貫通エッチングする(図 2 (c))。最後に裏面ガラスを陽極接合し、表面側にアルミ電極配線を形成する(図 2 (d))。裏面側のガラス-シリコン間空隙はガラスのエッチング加工により形成する。

陽極接合とは、単結晶シリコンとガラスを接合する手法のひとつであり、300~500℃で高電圧をかけることによって行なう接合である。陽極接合の長所は、1) ウエハレベルの一括接合が容易、2) 少ない接合面積で十分な封止を確保可能、3) 単結晶シリコンと線膨張係数がほぼ同じガラスを用いるため残留熱応力が小さい、4) 通常の半導体プロセスと使われる材料が異なるのはガラスのみであるためプロセスとの親和性が高い、5) 接合が固相で行われるため位置合わせ精度が高い、といった点が挙げられる。一方、短所としては封止の成否は接合体の表面粗さ等の表面状態に依存する点が挙げられ、この課題の克服が実用化へのポイントである。

筆者らは、この課題に対して以下のような技術開発を行ない、開発および実用化に成功した。1) 封止接合に必要な表面状態および接合条件を明確にし、接合部の表面を平坦に保つ技術開発を行ない、外気の進入を完全に防ぐ気密封止接合に成功した。2) 異物等により封止接

合が十分に行われていないチップを除去する技術開発を行ない、スクリーニングに成功している。3) 製品が温度変化を受ける際に接合部に発生する熱応力に対する強度信頼性を保証するため、接合部の機械的強度を評価する独自の評価技術の開発に成功した。

3 むすび

このように、本開発技術は高い信頼性が必要な MEMS デバイスには必須の技術であり、今後共工業界への大きな貢献が期待される。

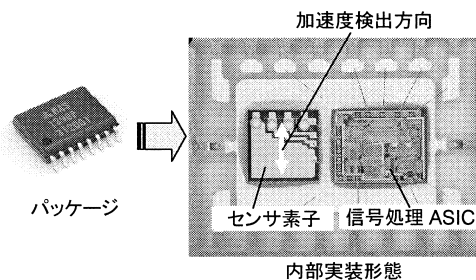


図 1 加速度センサパッケージと内部実装形態

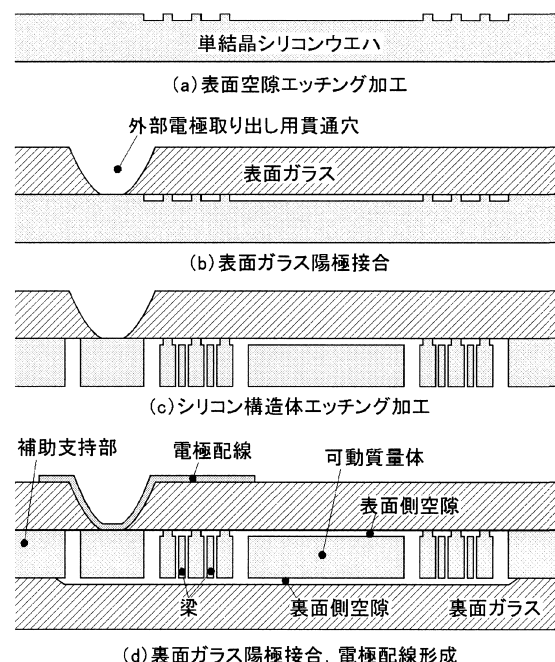


図 2 センサ素子製造プロセス概要(ウエハ一括施工)