

サーモパイルを用いた熱式MEMSフローセンサに関する研究

佐々木 昌

本論文は、MEMS技術によるサーモパイルを用いた熱式MEMSフローセンサの実用化を目的とした研究開発に関するものである。これまでも多くの研究成果の報告がなされているがその多くはPtなどの抵抗体を用いたデバイスを用いている。この方式はヒータと測温抵抗のブリッジ調整が困難であること、抵抗温度係数が小さく感度向上が困難であるなどの課題を有する。

これらの課題の対策としてサーモパイルを直列接続して出力電圧をあげる方法が考えられる。しかし、サーモパイルはSi基板上の冷接点と薄膜上の温接点を交互に接続するため、配線領域の広い薄膜が必要となる。これまでの研究では薄膜の形成方法としてSi基板裏面からの異方性ウェットエッチングやDRIE技術、またSi基板表面からの異方性エッチングやXeF₂による等方性エッチングが挙げられる。しかし異方性エッチングでは横壁面が垂直に形成できずチップサイズが余分に大きくなる。またXeF₂等による等方性エッチングではサイドエッチング量によりチップサイズが大きくなるなどいずれもチップの小型化に難点があった。一方DRIE技術では垂直な側壁が得られ小型化には有利だが枚葉処理のため多大なプロセスコストが発生する。

そこで、本研究では(100)面の単結晶Si基板に対し独自のH型のエッチングホールを用いて配線面から異方性ウェットエッチングすることでチップサイズ $\square 1.5\text{mm}$ に対しメンブレンサイズ $\square 1\text{mm}$ という広い薄膜を実現した。

この広い薄膜にLSIプロセスで一般的なn型ポリシリコンとAlCu配線でサーモパイルを計54対形成し、ヒータをn型ポリシリコンで形成して小型・高感度で実用性の高いMEMSフローセンサを実現し6形式14機種を製品化した。

またこのフローセンサを用いた独自のPCマウスを開発した。PCマウスの裏面に凹みを設けフローセンサを設置することで、マウスの動きに応じて発生する気体の強制対流を測定する。これにより光学マウスのように小型で、ボールマウスのように鏡面、ガラス面上でも1mm/sの非常に遅い動きから100mm/sの速い動きまで対応できるPCマウスを実現した。