

シリコン基板上に作製したマイクロブリッジ型熱細線による ガスの流速と混合比の測定

藤井 建多[†] 村岡 茂信[†] 矢野 満明[†]
[†] 大阪工業大学大学院工学研究科

1. はじめに

本研究では、熱酸化 SiO₂ 膜で作製したマイクロブリッジ上に熱細線と熱電対を設けて、ガスの流速と混合比を測定した結果を報告する。

2. 実験方法

12mmW×12mmL×500 μmD の熱酸化された Si 基板をフォトリソグラフィ法で加工し、その表面に 300 μmL×100 μmW×0.4 μmD の SiO₂ 製マイクロブリッジ(エアブリッジ)を形成した。次いで、ブリッジ上で重複するよう半面ずつ銅とコンスタンタンを蒸着し、図 1 のごとくレーザ加工で長手方向に 3 本の線に分割した。3 本のうち、中央の 1 本はブリッジを加熱する熱細線として、両側 2 本はブリッジ上の重複部を温接点とする熱電対として用いた。熱電対の冷接点はブリッジ固定端の SiO₂/Si 上に設けた配線用パッド部とした(ブリッジの熱容量≪パッド部の熱容量)。この熱電対で、熱細線を加熱した時のブリッジの温度上昇幅を測定した。流速測定では Ar(λ = 0.0179W/(m・K))、N₂(λ = 0.0259W/(m・K))、He(λ = 0.151W/(m・K))の各ガスを、混合比の測定ではこれらから 2 つを混合したガスを用いた。

3. 実験結果と結論

ブリッジ短手方向の断面を図 2 に示す。静止ガス中では熱細線左右の温度分布は同一となるが、流れがある場合は上流側と下流側で差が生じる。この温度差から流速を読み取ることができる。流速の測定は熱細線の発熱量を一定として行った。上・下流の熱電対の出力は熱細線の加熱を開始した数 ms 後に定常値へ達し、その値はガス流速が 0~5m/s の測定範囲内で線形に変化した。図 3 に示した N₂ ガスに対する結果から分かるように、この方法を用いて流速の測定が可能である。

混合比の測定では、静止ガス中の温度上昇幅を上・下流いずれかの熱電対で測定した。体積比で 20%刻みに調整した混合ガスを密閉し、静止ガス中で熱細線を加熱した時の熱電対出力を読み取った。図 4 は、熱伝導率 λ の差が最も大きい He と Ar の混合ガスに対する結果である。測定結果は混合比に対して非線形な依存性を示し、理論式を用いて計算した混合ガスの λ の逆数に対応した曲線となった。この結果から分かるように、予め混合比と熱起電力の関係を測定しておけば、未知のガス混合比を容易に求めることができる。

以上の結果から、マイクロブリッジ型熱細線を用いてガスの流速と混合比の測定ができることが分かった。

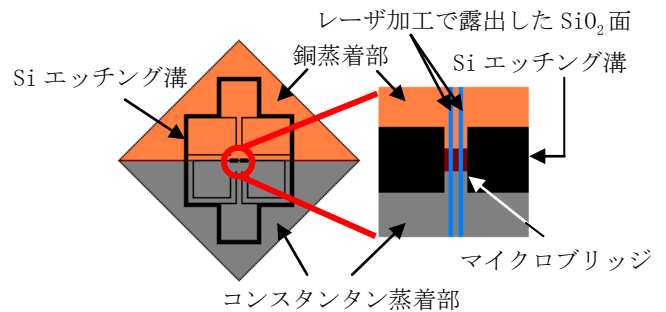


図1 チップ全体図(左)とブリッジ部拡大図(右)

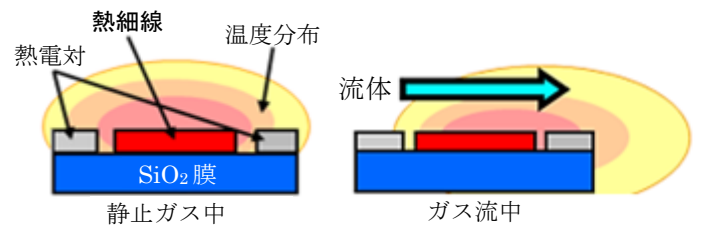


図2 熱細線の加熱による温度分布

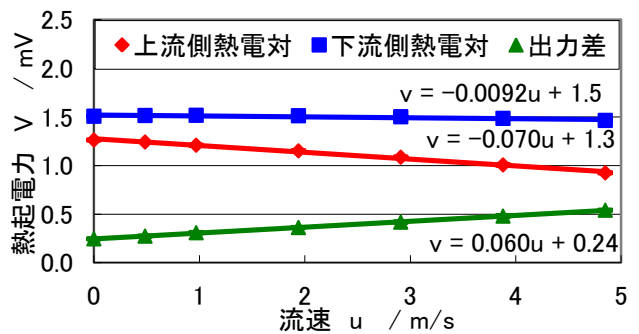


図3 N₂ガスの流速測定

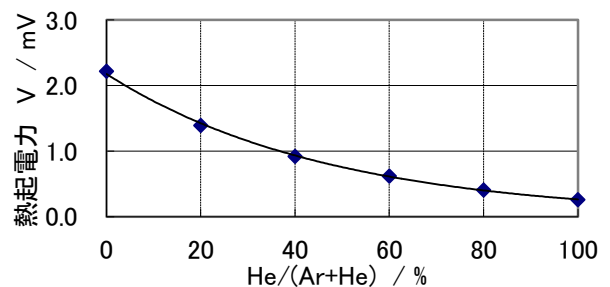


図4 Ar/He 混合静止ガス中での熱起電力