

反応炉中のガスの流れの均一化に関する研究

日大生産工 ○清水 耕作

1 まえがき

半導体産業において薄膜作成技術は極めて重要なプロセスである。現在では大別してCVD(Chemical Vapor Deposition)およびPVD(Physical Vapor Deposition)がある。CVD技術は、特に半導体を作成するプロセスとしては非常に大きな役割を担っているが、同時にガスの流れや基板温度の均一制御など薄膜特性の均一性には多くの改善すべき点がまだ存在する。

現在、反応炉中のガスの流れについて流体シミュレーション法を用いて均一に基板表面に薄膜が堆積できる条件を検討する中で、まず材料ガスを均一に基板表面に供給できるような検討を行なっている。本報告では、均一性に与えるパラメータについて検討した結果を報告する。

2 実験方法および測定方法

実験は、有限体積法⁽¹⁾を用いて、解析を行なった。用いたガスは、ヘリウム1000から4000SCCM、圧力範囲0.1~400Torr、基板温度400~500℃の範囲で行なった。Fig1は、CVD装置のうち熱CVDと呼ばれる装置であり、チャンバ内を減圧にしてガスを導入する。薄膜は、ヒータ上に固定されたガラス基板に堆積される。

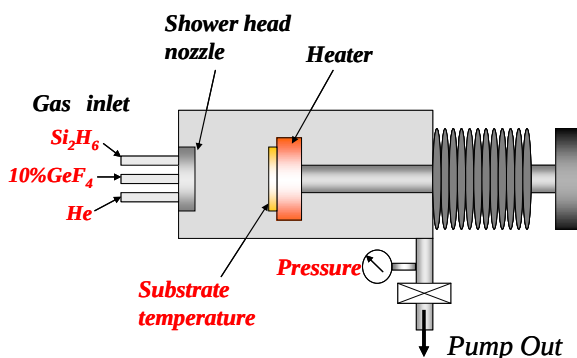


Fig1 熱CVD装置概観図

3 実験結果および考察

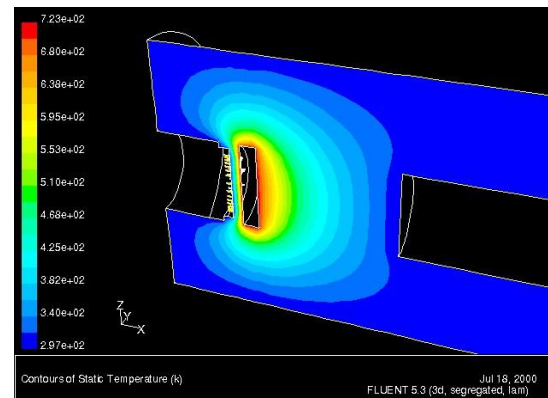


Fig2 基板温度を450に設定したときの空間温度分布

図2は、基板温度を450℃に設定したときのチャンバ内の温度分布をシミュレーションしたものである。ガスの流れにしたがってヒータの熱が周囲に伝搬していることが理解される。本チャンバの場合、ヒータとチャンバ壁の間隔はヒータ径の約8倍を取ってあることでチャンバ壁には殆どヒータ熱が伝わっていないことが分かる。

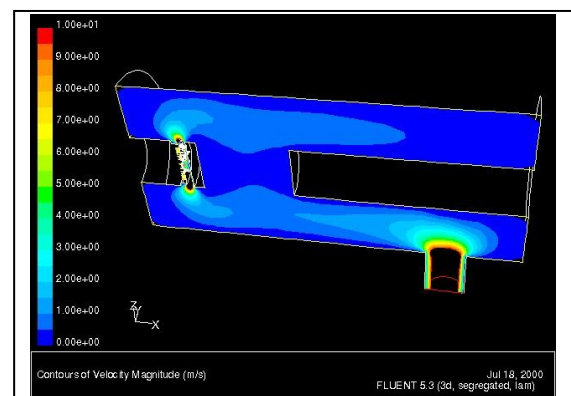


Fig 3 ガス流入と排出ガスの位置を考慮に入れた反応ガス流の対象性

図3は、シャワーヘッド部からガスを導入し、図中右下部のところからガスを排出するように設計したときの流体の流れを示している。シャワーヘッドと基板の距離を20mmにしてある。ガス排出部を、シャワーヘッドから20倍程度の距離に設定することでガスの流れを中心対象の形に分布させることができる。

図4は、このときのシャワーヘッド部と基板との間のガスの流れを拡大している。本設計では、中心部にガスが濃集する傾向にあることが分かる。確かに本条件で薄膜を堆積させた場合は、中心部の膜厚が大きくなる傾向にあることと合致している。

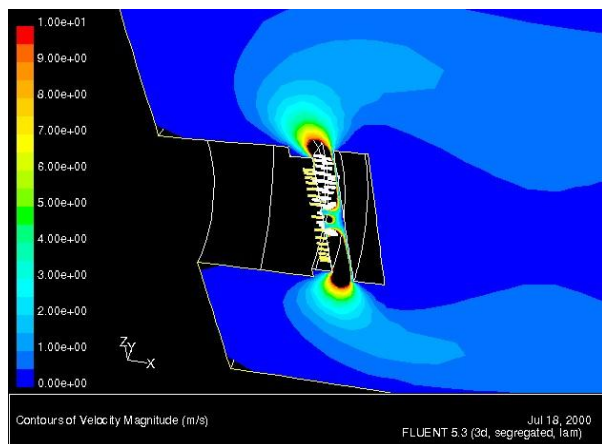


Fig 4 シャワーヘッドと基板間を拡大したときの様子

4. まとめ

ガス流体解析を行なうことにより、反応炉中のガスの流れを可視化することができた。また、チャンバ壁、排出工の影響を極力受けないチャンバの作製をシミュレーションし、実際に対象性の高いガスの流れを実現できた。今後は、基板表面でのガスの流れの均一性について検討を行なう予定である。

「参考文献」

- 1) B. R. Munson, D.F. Young, T. H. Okiishi, “Fundamentals of Fluid Mechanics” Chapter 8 (2006)