

ミニマル Si-CVD 装置の微小チャンバーにおける気流制御

Gas flow control in a micro chamber of the Minimal Si-CVD equipment

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産業技術総合研究所², オリエンタルモーター³, 横浜国立大学⁴

○三浦 典子¹, 石田 夕起^{1,2}, 伊藤 孝宏³, 三ヶ原 孝則^{1,2}, 池田 伸一^{1,2},

羽深 等⁴, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2},

MINIMAL¹, AIST², ORIENTAL MOTER Co.³, and Yokohama National Univ.⁴

°Noriko Miura¹, Yuuki Ishida^{1,2}, Takahiro Ito³, Takanori Mikahara^{1,2}, Shinichi Ikeda^{1,2},

Hitoshi Habuka⁴, Sommawan Khumpuang^{1,2}, and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: noriko-miura@minimalfab.com

【はじめに】従来の Si エピ成長装置では、大容量のチャンバーを用い、多量のガスを必要とする。一方、ミニマル Si-CVD 装置では、加熱容量を最小限に抑え、ガス消費量を削減するために、チャンバー内容積を可能な限り小さくしなければならない。我々は、集光加熱技術を用いることにより、加熱容量を削減した。さらに、縦型コールドウォール方式を採用し、反応管とサセプタの隙間を出来る限り狭くすることで、原料効率を極限まで高めることを試みている。しかし、チャンバー内容積を小さくする(ガス流路を狭くする)ほど、ガスの粘性の影響を強く受けるため、乱流が発生することが懸念される。実際に Si エピ成長を行ったところ、ガスをウェハに垂直に供給しているにも関わらず、Si エピ膜厚がウェハ内で一方向に偏ることが判明した[1]。膜厚の偏りの方向は処理の度に異なり、一定の傾向を持たないことから、サセプタ軸のわずかなずれなどにより、ガス流に偏りが生じることが推測される。これは、微小チャンバーを使用するミニマル装置特有の問題といえる。

本研究では、ミニマル Si-SVD 装置のチャンバー内におけるガス流を気流シミュレーションにより検証し、ガス流の偏りを抑制する条件を見出したので、その結果について報告する。

【シミュレーション概要】流体解析・自然対流計算と輻射伝熱・対流伝熱計算の組み合わせにより、プロセス中のチャンバー内流速分布を解析した。作動流体は常温の圧縮性ガスとし、対流は密度変化から浮力を求めて計算している。基板表面温度は 900℃とした。乱流モデルは標準 k-ε モデルを用いている。図 1 にシミュレーションに用いたチャンバーの構造図を示す。原料ガス導入には二重管を用いており、内管供給、外管供給それぞれにおけるチャンバー内の流速分布を求めた。

【結果】図 2 は、常圧、ガス流量 500sccm 時の内管供給、外管供給それぞれにおけるガスの流れを示している。内管、外管ともに熱対流の影響でガスの流れに偏りが生じることが確認できた。これは、反応管内壁とサセプタ間の隙間が狭いために、ガスの粘性の影響を強く受け、供給側から排気側へのガスの流れが乱れることによると推測される。このため、現状のチャンバー構造ではガス流量を減少させるほど熱対流の影響を強く受け、常圧ではガス消費量の削減が難しいことが判明した。ガス流量を削減しつつ熱対流を抑制するには、減圧にすることが望ましい。そこで、減圧下における流速分布をシミュレーションにより求めたところ、大気圧の 10 分の 1 程度の減圧下では、流量 100sccm でも熱対流の影響を受けないことが示唆された。(図 3)

<参考文献>

[1] 石田ら、第 75 回応用物理学会秋季学術講演、20a-A19-12

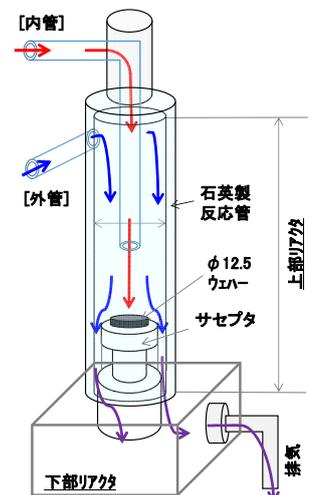


図 1 チャンバー構造

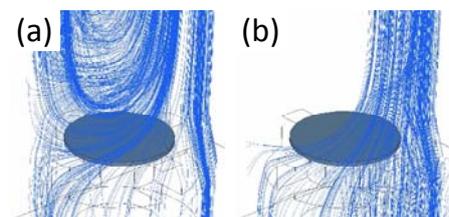


図 2 常圧, 500sccm におけるガス流分布
(a) 内管供給 (b) 外管供給

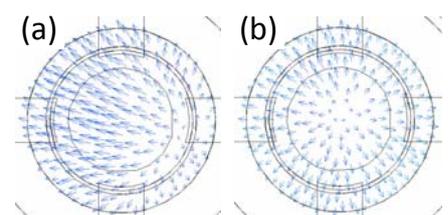


図 3 ウェハ表面付近の流速分布
流量 100sccm (a) 常圧 (b) 100hPa