

集光型赤外線加熱炉を用いたハーフインチシリコン CVD 装置 (4) Half-Inch Silicon CVD Reactor Using Concentrated Infrared Light Heater (4)

横国大院工¹, ミニマルファブ技術研究組合², 産総研³

○李 寧¹, 羽深 等¹, 三ヶ原孝則², 池田伸一^{2, 3}, 石田夕起^{2, 3}, 原 史朗^{2, 3}

Yokohama National Univ.¹, MINIMAL², AIST³, ○Ning Li¹, Hitoshi Habuka¹, Takanori Mikahara²,
Shin-ichi Ikeda^{2, 3}, Yuuki Ishida^{2, 3} and Shiro Hara^{2, 3}

habuka1@ynu.ac.jp

【序論】半導体素子を適切なコストで少量多品種生産するために、「必要なものを・必要な時に・必要な量だけ生産する持続可能な生産システム」として、小さなウエハによる半導体生産システム「ミニマル・マニュファクチャリング」(MM) [1]が提案されている。MMに用いるために我々は、集光型赤外線加熱炉を用いたCVD装置によるシリコン薄膜成長とクリーニングのプロセス全体について提案[2, 3]した。シリコンウエハの温度に影響を与える要因についても検討[4, 5]し、ガス流量の減少が電力削減の有効な方法であることを報告[6]した。今回は、これまで用いていた反射鏡の問題点を考察し、新たな構造の反射鏡を試みた。二つの反射鏡の構造を比較し、それによりシリコンエピタキシャル成長工程に与える効果を検討したので、その詳細を報告する。

【実験】本研究に用いた二種類の加熱炉の概略図を Fig. 1 に示す。新型反射鏡の特徴は、胴体の肉厚が薄いことである。円筒状の石英ガラス製反応容器の中に置かれたシリコン基板 (直径 0.5 インチ) に、上側から原料ガスを供給した。反応容器の外側上方に設けた赤外線ランプの光を斜め下に集光して基板を加熱した。反応容器内の圧力は 1 気圧とした。希釈ガスには水素、成膜原料ガスにはトリクロロシラン(SiHCl₃, TCS) を用いた。反応器内の温度は、シリコン基板支持台(石英ガラス、肉厚約 3mm)の下側に設けた R 型熱電対により測定した。

【結果と考察】二種類の反射鏡を用いて、トリクロロシラン流量を 9 sccm とし、水素ガス流量を 200 sccm とした場合の基板下側の温度を Fig. 2 に示す。成膜電圧を 1 V 下げた場合でも、従来型反射鏡より新反射鏡を用いた方が、基板下側の温度上昇が速いことが把握された。新反射鏡を用いるプロセスにおける温度の様子を Fig.3 に示す。反射鏡壁面の温度が安定して低く保たれることから、反射鏡を冷却するために仮に設けていた工程 (待機時間 4 分) を省略可能となった。成膜前待機工程を高温で 60 秒に設定した場合にも、成膜環境が安定し易いことが分かった。

【結論】集光型赤外線加熱炉を用いたミニマル・マニュファクチャリング用シリコン CVD 装置において、新旧反射鏡の構造を比較した。新反射鏡を用いたプロセスにより基板温度と膜厚分布に大きな変化が生じ、基板温度が改善されることが把握された。この挙動を用いて、高速、均一プロセスが実現される可能性がある。

【文献】[1] S. Khumpuang *et al.*, IEEJ Trans. sensors and micromachines, **133** (2013) 272-277. [2] 並木ら, 第 71 回応用物理学会学術講演会 2010 年秋 16p-ZD-7. [3] 李ら, 第 73 回応用物理学会学術講演会 2012 年秋 12p-F5-4. [4] 李ら, 第 74 回応用物理学会学術講演会 2013 年秋 20a-B4-5. [5] 李ら, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 2014 年春 19p-E14-16. [6] 李ら, 第 75 回応用物理学会学術講演会 2014 年秋 20a-A19-11.

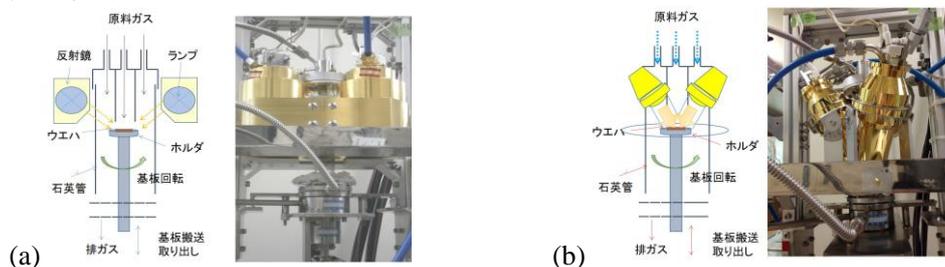


Fig.1 反射鏡概略図と写真 (a)旧型 (b)新型

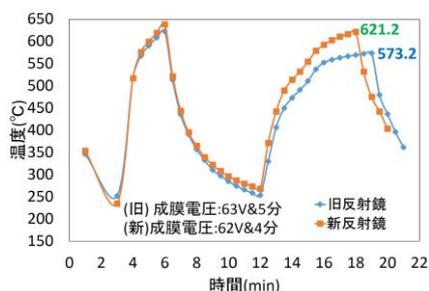


Fig.2 新旧反射鏡における基板温度の比較

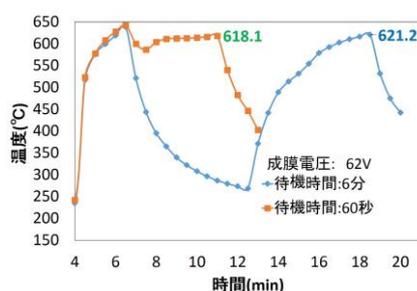


Fig.3 新反射鏡によるプロセスの改善