

ミニマル CVD 装置によるシリコンエピタキシャル製膜における 基板回転の効果

Wafer rotation effect on silicon epitaxial growth for minimal CVD reactor

横国大院理工¹, ミニマルファブ推進機構², 産総研³, °大谷真奈¹, 本宮淳弘¹, 高橋俊範¹,
室井光子¹, 羽深 等¹, 池田伸一^{2,3}, 石田夕起^{2,3}, 原 史朗^{2,3}

Yokohama National Univ.¹, MINIMAL², AIST³, °Mana Otani¹, Motomiya Atsuhiko¹,

Toshinori Takahashi¹, Mitsuko Muroi¹, Hitoshi Habuka¹, Shin-ichi Ikeda^{2,3}, Yuuki Ishida^{2,3} and
Shiro Hara^{2,3}

E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

序論

環境負荷を軽減しつつ半導体素子を必要な量だけ生産するため、小口径ウエハ(直径 12.5mm)を用いる「ミニマル・ファブ」[1]が提案されている。ミニマル・ファブにおけるシリコンエピタキシャル製膜について、原料ガスをトリクロロシランからジクロロシランに切り替えることにより、製膜条件と製膜速度の関係を把握し易くなることが前報[2]において報告された。そこで、本研究では、基板回転により基板周辺の温度が変化する様子を調べたので、報告する。

実験

本研究に用いた CVD 装置を Fig. 1 に示す。円筒状の石英ガラス製反応器の中の基板支持台にシリコンウエハ(直径 12.5mm)を設置し、赤外線ランプを点灯して昇温し、上側のノズルから原料ガスを供給した。赤外線ランプから出た光が、反応器の外側にある反射鏡により集光されて、ウエハのみを加熱する構造である。

キャリアガスの水素を 80~90sccm、製膜ガスのジクロロシラン(SiH_2Cl_2 , DCS)を 10~20sccm とし、合計流量を 100sccm とした。反応器内の圧力を 1 気圧、製膜時の赤外線ランプの電圧を 66~72V に設定した。反応器を通過する製膜ガスの様子を水晶振動子 (QCM) [2] を用いて測定し、種々の工程に設定する時間を決定した。併せて、基板下側付近の温度を、基板回転軸(石英ガラス管)の内部に挿入した熱電対を用いて測定した。

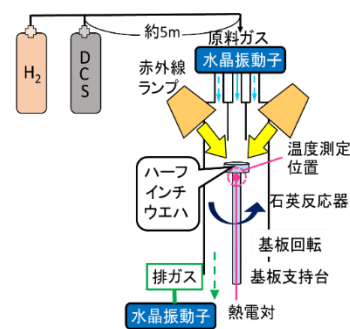


Fig. 1 CVD 装置

結果と考察

製膜プロセスを Fig. 2 に示す。DCS がガス容器から基板に到達するまでの時間に 1 分を加えた時間だけ DCS を供給し、その後にランプ電圧を下げることで製膜を実質的に 1 分間で終了させた。

基板回転数と基板下側温度の関係を Fig. 3 に示す。製膜時のランプ電圧 68V の場合は明確でないものの、66V 及び 72V では、基板回転数が大きいほど基板下側温度が低下する傾向が認められた。これは基板回転数が大きくなると、ガスが基板表面に引きつけられるために基板表面近傍の高温領域が減少するから[3]であると考えられる。同時に気相におけるシリコン粒子の発生が抑制される効果もあるため、製膜速度とシリコン粒子の発生抑制の観点から、最適な基板回転数を設定する必要がある。

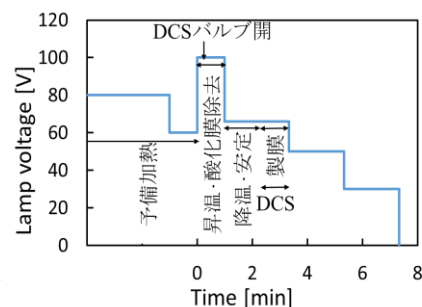


Fig. 2 製膜プロセス

結論

CVD 装置におけるシリコンエピタキシャル製膜について、入口、出口の 2 箇所に設置した QCM を用いて詳細に観察した結果を基にプロセスを設計した。基板回転数が大きいほど基板付近の温度が低くなる傾向が認められた。

文献

- [1]産総研・ファブシステム研究会, レポート「21 世紀型生産システム」, 2008.
- [2]高橋俊範ら, 応用物理学会(2019 秋) 18a-E304-6.
- [3]K. Irikura *et al.*, Mat. Sci. Semicond. Process., 87, 13-18 (2018).

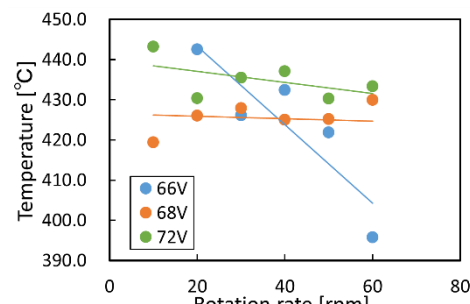


Fig. 3 基板回転数と
基板下側温度の関係