

水晶振動子によるシリコンミニマルCVD装置内ガス移動観察

Gaseous species transport in Si minimal CVD reactor observed by QCM

横国大院工¹, ミニマルファブ推進機構², 産総研³,

大谷真奈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, 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]

小さなウェハ(直径 12.5 mm)を用いて様々な電子部品を無駄なく必要な量だけ生産する「ミニマル・ファブ」[1, 2] において、シリコン化学気相堆積(CVD)装置の下流側に水晶振動子(QCM)を設置することによりプロセス全体に関わる様々な挙動を把握可能であることが報告[3]されている。本研究においては、QCMをCVD装置の上流側および下流側に設置し、2か所のQCMの振動数挙動を基に製膜用化学種が反応容器を通り抜ける様子を考察したので、詳細を報告する。

[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容器の中に基板支持台を設けてシリコンウェハ(直径 12.5 mm)を置き、40 rpm において自転させた。上側の入口から 1 気圧においてガスを供給しつつ、赤外線ランプによりシリコンウェハを加熱した。反応容器の上流(Inlet)側および下流(Outlet)側にあつて反応器内の温度変化の影響が及ばない位置に QCM(振動数 25 MHz)を設置した。キャリアガスを水素(H_2 , 80 sccm)とし、製膜原料ガスにはジクロロシラン(SiH_2Cl_2 , 20 sccm)を用いた。水素ガスにジクロロシランガスが加わることで混合ガスの密度と粘度が増大し、それによりQCMの振動数が減少する。この振動数挙動を利用して、ジクロロシランが反応容器に到着し、通り抜ける様子を把握することを試みた。

[結果と考察]

上流側と下流側の QCM の振動数が変化する様子を Fig. 2 に示す。上流側のQCMにおいては、ジクロロシランが到達して振動数が 100 Hz 程度低下し、その後一定値を保った後に、ジクロロシランの供給停止により振動数が上昇し、ほぼジクロロシラン供給前の振動数に回復した。上流側QCM の振動数が低下した 60 ~ 70 秒後に下流側QCMの振動数が低下した。これは、ジクロロシランが反応容器の上から入り、基板周辺を通り抜けて下流側に到達するまでに約 1 分の時間を要することを意味している。

上流側QCMでは、振動数が低下し始めてから 50 秒程度の後に安定した。これに対し、下流側QCMでは振動数低下開始から安定までに 1 分以上の時間を要している。これは、ジクロロシランが反応容器内を進む際に何等かの攪拌・混合作用により希釈される操作を受けたことを意味していると考えられる。

[結論]

ミニマル CVD 装置の上流側と下流側に水晶振動子を用いて測定することにより、製膜原料ガスが反応容器内を進む際の輸送状態に変化が生じる様子を実時間で計測できる可能性がある。

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] K. Irikura *et al.*, Mater. Sci. Semicond. Process., 87, 13-18 (2018). [3] M. Muroi *et al.*, Mater. Sci. Semicond. Process., 88, 192-197 (2018). [4] T. Takahashi *et al.*, Mater. Sci. Semicond. Process., 106, 104759-1-5 (2020).

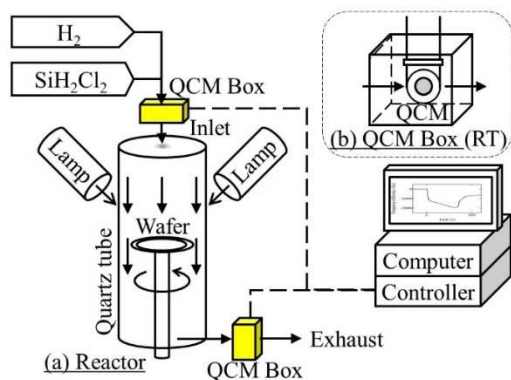


Fig. 1 Minimal Si CVD reactor having two QCMs

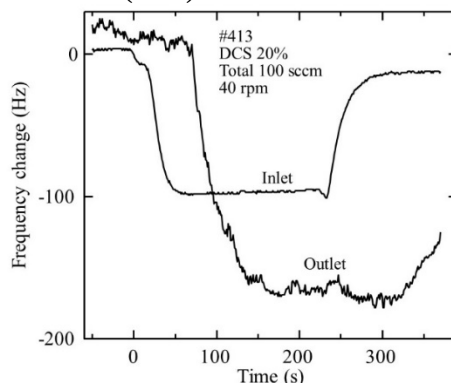


Fig. 2 QCM frequency change