

ミニマル CVD プロセスによるシリコン薄膜成長

Silicon Film Growth by the Minimal CVD Process

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産業技術総合研究所², 横浜国立大学³

○池田 伸一^{1,2}, 石田 夕起^{1,2}, ミケ原 孝則¹, 中戸 克彦¹,
羽深 等³, クンプアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2},

MINIMAL¹, AIST², Yokohama National Univ.³

○Shinichi Ikeda^{1,2}, Yuki Ishida^{1,2}, Takanori Mikahara¹, Katsuhiko Nakato¹,
Hitoshi Habuka³, Sommawan Khumpuang^{1,2}, Shiro Hara^{1,2}

E-mail: ikeda-shin@aist.go.jp

【はじめに】 半導体デバイスの極限的な低コスト製造を可能とする生産技術を目指すミニマルファブ構想では、全ての装置を小型化かつ規格化することによって、投資規模を 1/1000 とし、クリーンルームを不要とする[1]。我々は、ミニマルファブを構成するミニマルコータ、ミニマルマスクレス露光機、ミニマル抵抗加熱炉、ミニマルエッチャー、ミニマルスパッタ装置、ミニマル CMP 装置などを開発し、総合的にプロセス開発を進めている。ミニマルファブにおいてトランジスタを作成するためには、多結晶シリコンのゲート電極形成をミニマル CVD 装置によって行わなければならないが、バルブ、配管、ポンプが占める体積を小さくすることが容易でないため、これまで CVD 装置の小型化は困難であった。

我々は、ミニマル CVD 装置開発を目標として、その課題抽出のための CVD システムを構築し、装置小型化、使用電力と原料ガス量の最小化及び原料利用効率の最大化を念頭においたプロセス開発を行っている。当該システムは、集光加熱技術を用いたコールドウォール方式であり、石英管からなるリアクタを備え、水素によってトリクロロシラン (TCS) をバブリングした原料ガスを用いる。このプロセスは横浜国大で進めている Si 成膜プロセスに準じている。本開発の CVD システムを用いて、Si 薄膜成長を行ったので報告する。

【実験方法・結果】 ハーフインチウェハ Si(100)面上に、下記の手順で Si 膜を成長させた。洗浄後のウェハを常圧水素雰囲気下で所定の温度まで昇温し、10 分間の水素クリーニングを行う。その後 TCS をリアクタに導入して成膜を行った。水素流量は 300~1350 sccm、TCS 濃度は 3~16 %、サセプタ温度は 600~700 °C の範囲であった。

図 1 は、水素流量 300 sccm、TCS 濃度 16 %、サセプタ温度 700 °C、成長時間 1 分で成長させた膜の X 線回折パターンである。指数付がでないピーク (*) が存在するが、Si 多結晶膜が得られていることがわかる。得られた多結晶 Si 膜について、不純物の有無を調べるために、XPS による分析を行った (図 2)。炭素、酸素以外の不純物の存在は認められず、炭素、酸素についても、Si 成膜前と比較して有意な増加は観測されなかった。また、光学顕微鏡によって、パーティクル状の微粒子が膜表面に多数観察された。成膜時の気相中の均一核生成が生じていると考えられるため、TCS 濃度とサセプタ温度を下げて (水素流量 1350 sccm、TCS 濃度 3 %、サセプタ温度 600 °C、成長時間 10 分) 気相中の核生成を抑制したところ、単結晶膜と多結晶膜が混在したものが得られた。この時の単結晶膜の膜厚は 5 μm (成長速度 0.5 μm/min) であった。

【まとめ】 CVD システムを構築し、TCS を用いた集光加熱コールドウォールプロセスによって、多結晶 Si 膜と単結晶 Si 膜の成膜が可能であることを明らかにした。

【参考文献】 [1] 原 他, 電子情報通信学会誌, **96** (2013) 649-655.

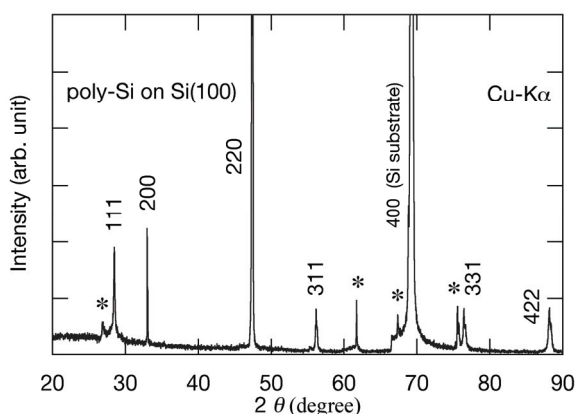


図 1. CVD 多結晶 Si 膜の X 線回折パターン

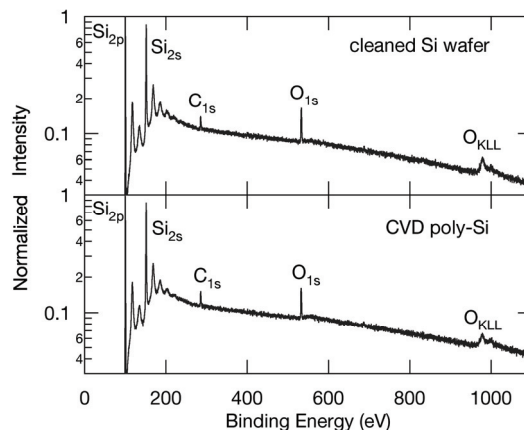


図 2. CVD 多結晶 Si 膜の XPS 分析結果