

低コヒーレンス光干渉法を用いたハイパワーインパルスマグネトロン

スパッタリングプロセスにおける高精度シリコン基板温度計測

High accuracy temperature measurement of silicon substrate in high-power impulse magnetron sputtering process using optical low-coherence interferometry

○服部 克宏¹、太田 貴之¹、小田 昭紀²、上坂 裕之³

(1. 名城大理工、2. 千葉工大、3. 名大院工)

○Katsuhiro Hattori¹, Takayuki Ohta¹, Akinori Oda², and Hiroyuki Kousaka²,

(1.Meijo Univ., 2.Chiba Inst. Tech., 3.Nagoya Univ.)

E-mail: 153433028@ccalumni.meijo-u.ac.jp

1. はじめに

スパッタリングプロセスにおいて、基板温度は膜質に影響を与える重要なパラメータである。一般的に使用されている熱電対などの接触式温度センサの場合は、真空中においては気体の熱伝達率が低下するために正確な基板温度計測は困難である。この問題を解決するために、我々は低コヒーレンス光干渉法を用いた非接触な基板温度計測手法を構築してきた。一方、ハイパワーインパルスマグネトロンスパッタリング(HiPIMS)は、パルス状の高電圧によりスパッタ原子のイオン化が促進され、多くの荷電粒子が基板に入射する。膜の緻密さ、平滑性、密着性などの向上が報告されているが、その基板加熱機構は詳細に明らかにされていない。本研究では、低コヒーレンス光干渉法を用いて HiPIMS 中のシリコン基板温度を測定し、その基板加熱機構の解明を行った。

2. 実験方法

図 1 に実験装置の概略図を示す。HiPIMS のターゲットには Ti を用い、基板とターゲットの距離 60mm、Ar ガス流量 10sccm、圧力 1Pa とした。電圧-500V、周期 500Hz、幅 100 μ s のパルス電圧を印加した。基板を 3 回交換し、低コヒーレンス光干渉法と熱電対により基板温度を測定した。

3. 実験結果

図 2 に基板温度の計測結果を示す。光干渉法での測定温度に比べ、熱電対の温度は 0~900 秒間の平均で 7.4 $^{\circ}$ C 低くなった。これは、1Pa の Ar ガスの熱伝導率が大気圧に比べ 3 桁低いことにより、Ar ガスを介した基板から熱電対への熱伝達率が低下したためである。また、熱電対の基板との接触状態が基板交換ごとに変化するために、プラズマ印加 900 秒後における基板温度は熱電対が 56.9 $\pm$ 2.0 $^{\circ}$ C となり、光干渉法の 65.9 $\pm$ 0.7 $^{\circ}$ C と比べ測定温度のばらつきが大きくなった。

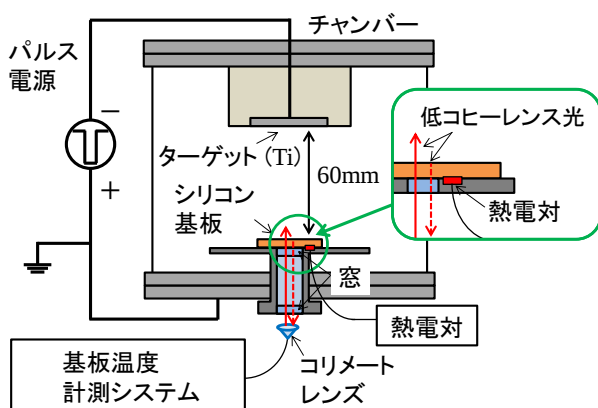


図 1 実験装置の概略図.

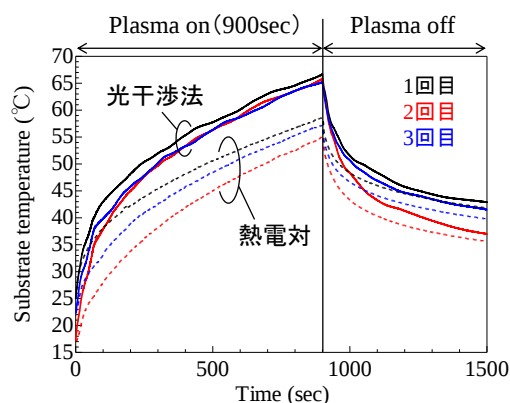


図 2 シリコン基板温度の時間変化.