17p-F2-13

非接触基板温度計測システムを用いたプラズマプロセス中の基板温度および熱流速計測

Non-contact of Substrate Temperature and Heat Fluxes during Plasma Processes

名大院工[1]，名城大理工[2]　○堤 隆嘉[1]，　竹田 圭吾[1]，石川 健治[1]，近藤 博基[1]，太田 貴之[2]，
伊藤 昌文[2]，関根 誠[1]，堀 勝[1]

Nagoya Univ.[1], MeijoUniv.[2]　°Tsutsumi Takayoshi[1], Keigo Takeda[1], Kenji Ishikawa[1], Hiroki Kondo[1],
Takayuki Ohta[2], Masafumi Ito[2], Makato Sekine[1], Masaru Hori[1]

E-mail: tsutsumi.takayoshi@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに　プラズマプロセスのエッチングや CVD などの技術では温度に敏感な表面化学反応を利用しているため基板温度制御が重要である [1)]．現状，熱電対や蛍光温度計といった接触型温度センサを基板裏面に接触させ基板温度が計測されている．しかし，真空中の測定では接触点への熱伝達量が低下し，正確な基板温度を計測するのは困難である．そこで，我々は周波数領域型低コヒーレンス干渉計を用いて非接触で基板温度を精度良く計測するシステムを開発し，シリコン基板の測定に成功してきた [2)]．今回，周波数領域型低コヒーレンス干渉計を用いてプラズマプロセス中の基板温度を実時間計測した結果から，プラズマからシリコン基板への熱流入量を導出したので報告する．

実験と解析　容量結合型プラズマ(CCP)装置を用い，放電電力 400 W，圧力 2.0 Pa で窒素プラズマを生成し，下部電極へのバイアス電力を変化させることで自己バイアス電圧を変化させた。下部電極上の Si 基板温度を周波数領域型低コヒーレンス干渉計で実時間計測した．低コヒーレンス光源からの光波を基板に入射させ，分光器により反射光を計測して得た干渉スペクトルを逆フーリエ変換して相関信号より基板光路長を取得した．温度変化に伴って基板屈折率の変化および熱膨張による光路長の変化量から温度を換算して計測を行った [2)]．プラズマからの熱流入下での基板温度を示す基本的な微分方程式はプラズマから基板への熱流速がパラメータとなっている．実時間計測した実験結果をフィッティングすることでプラズマからの熱流速を導出した．

結果と考察　図 1 に窒素プラズマに曝した際の基板温度変化の計測結果を示す．約 30s 後に到達する飽和温度は自己バイアス電圧に比例して増加していた．これは，自己バイアス電圧の増加により基板へのイオン衝撃に伴う熱流入量の増加が示唆された．また，自己バイアス電圧－18 V 印加時に基板温度が約 15 °C 上昇することからも，イオン衝撃だけでなく，基板表面上での窒素原子の再結合などで発生する熱量も基板温度に影響しており，その解析も進めている．

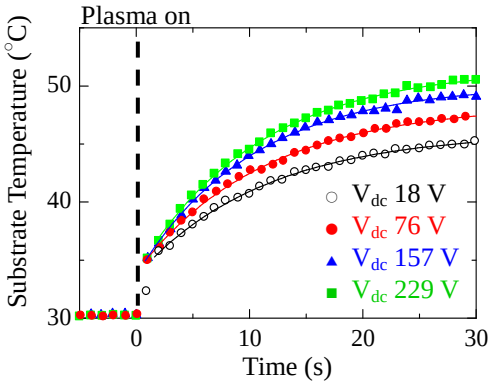

Fig. 1 Temporal variation of temperature during plasma ignition.

参考文献

1) H. Yamamoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 016401.

2) T. Tsutsumi et al., Appl. Phys. Letter **103**, (2013) 182102.

© 2014 年　応用物理学会