

02Ba04

プラズマCVDにおけるナノ粒子成長とプラズマ生成の関係 Relation between nanoparticle growth and plasma generation in plasma CVD

吉田知晃¹,阿部滉平¹,佐々木勇輔¹,山本晃大¹,
山下大輔¹,奥村賢直¹,鎌滝晋礼¹,板垣奈穂¹,古閑一憲^{1,2},白谷正治¹
Yoshida Tomoaki, Abe Kouhei, Sasaki Yusuke, Yamamoto Koudai, Yamashita Daisuke et al.,
九州大学 システム情報学府¹, 自然科学研究機構²
Kyushu University¹ National Institutes of Natural Sciences²

1. はじめに

半導体集積回路は、微細化が限界に近づいた結果、近年は3次元積層化が進んでいる【1】。その製造工程の70%以上はプラズマプロセスが占めている。プラズマプロセスにおける重要技術の一つに、高精度成膜技術がある。成膜技術の更なる高度化には、ナノ粒子成長とプラズマ発光強度の時空間的相関関係やそれらと膜質の関係を解明する必要がある。また、これらのデータを機械学習に取り込むことで、作製条件を決定する試みもなされている。

本研究は、気相プラズマ中におけるナノ粒子量とプラズマ密度の同時計測結果と及び膜質の3つの物理量の相互の相関関係の解明を目的としている。今回は、プラズマ発光強度とナノ粒子成長の同時観察とその時空間分布解析を試みた。

2. 実験装置及び方法

平行平板rfプラズマ装置[2]($f_{rf}=13.56\text{MHz}$, 電極間距離 8mm, 電極の直径 60mm, 基板温度 400°C)にTEOS: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 、 O_2 、Arガスを導入し、プラズマCVD法で SiO_2 膜を成膜した。その成膜中に、2台の高速度カメラ(Photron, SA-X, Mini-100)を設置しArIの発光強度とナノ粒子によるレーザー散乱光強度(LLS)の時空間分布の同時計測を行った[3]。LLS計測では、気相プラズマ中にシート状レーザーを入射し、高速度カメラに532nmフィルターを設置した。ArI発光強度計測では、高速度カメラに750nmフィルターを設置した。実験では、いくつかの実験制御パラメーターの依存性のデータを取得し、解析することで、各パラメーターが膜質にどのような影響を与えるか、膜質と発光強度空間分布やLLS強度空間分布との相関関係を調べた。

膜評価において、膜厚と屈折率はエリプソメータ、膜組成はFT-IR、膜表面粗さはAFMにて評価した。

3. 実験結果

ArI発光強度空間分布とLLS強度空間分布を図1に示す。実験条件は、ガス圧 6Torr, TEOS=50sccm, $\text{O}_2=225\text{sccm}$, Ar=200sccm流量である。ArI発光強度はGND電極近傍で強いが、ナノ粒子量はRF電極近傍に局在化している。ナノ粒子はrf電極近傍のプラズマシース近傍で成長し、生成位置に変化はない。また、ナノ粒子成長は10s 程度の長い時定数を有している。講演では、これらの空間分布と膜質との関係についても議論する。

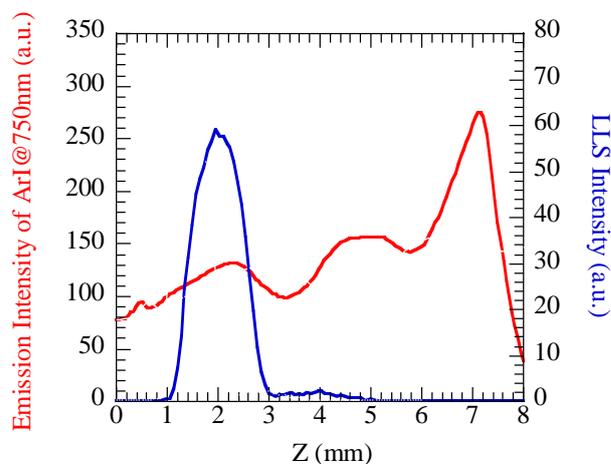


図1: ArI 発光強度空間分布@750nm
LLS 強度空間分布@532nm
(RF 側:0mm,GND 側:8mm)

4. 参考文献

- [1] M. Shiratani, et al., J. Phys. D, Appl. Phys, vol. 44, no. 17, 174038(2011)
- [2] K. Kmataki, et al., J. Inst., 7, C04017(2012).
- [3] M. Shiratani, et al., J. Appl. Phys., vol. 79, pp.104(1996)