

遺伝的アルゴリズム (GA) とプラズマシミュレーションを組み合わせた 2 周波励起プラズマの RF 周波数の適正化

Optimization of RF frequencies for dual-frequency plasma using genetic algorithm (GA) and
plasma simulation

東京工科¹, 名大² [○]高木 茂行¹, 仲江川 竜弘¹, 蕭 世男², 関根 誠²

Tokyo University of Technology¹, Nagoya Univ.², [○]Shigeyuki Takagi¹, Tatsuhiko Nakaegawa¹,
Shih-nan Hsiao², and Makoto Sekine²

E-mail: takagisgyk@stf.teu.ac.jp

1. はじめに

半導体のエッチングプロセスにおいて、プロセス制御向上のため、2 周波励起プラズマが使われている。高周波側では高い電子密度が、低周波側では電圧変化で密度変動が少ないことが望まれている。今回、上部・下部電極の周波数の適正化を行ったので報告する。

2. シミュレーション

電子密度の計算には流体モデルのプラズマシミュレータ PHM を用い¹⁾、適正化には、mode FRONTIRE(MF) 内の遺伝的アルゴリズム NSGA-II を用いた²⁾。プラズマ生成部は、縦 3cm、横 0.5cm の平行平板で、Ar ガス 19.95 Pa とした。標準条件は上部電極の印加電圧(Vpp) が 50 V で周波数は 60 MHz、下部電極の Vpp は 50 V で周波数は 2 MHz である。

4. 計算結果

Fig.1 はプラズマシミュレーションのみでの電子密度の計算結果で、(a)は標準の周波数、(b)は上部電極の周波数を 200 MHz に高めている。周波数を高めることで、電子密度の絶対値が高くなり、最大密度の位置が中央部から電極側に移動している。

下部電圧の周波数を変え、電圧が 50V から 30V、70V へと変動した場合で、電子密度の変動率を計算した。この結果を Fig.2 に示す。周波数が 1.0~1.5 MHz で変動が小さくなっている。Fig.3 は、modeFRONTIER を使って上部電極の周波数を 20~300 MHz の範囲で変化させ、電子密度が最大となる上部電極の周波数を計算した結果である。周波数 175 MHz が電子密度最大化の適値となっている。

謝辞: 本研究は、名古屋大学低温プラズマ科学研究センターにおける共同利用・共同研究として実

施された。

<参考文献>

- 1) S. Takagi et al., J. Appl. Phys., **60**, SAAB07 (2021).
- 2) K. Deb et al., IEEE Trans. Evol. Comput., **6**, 183 (2002).

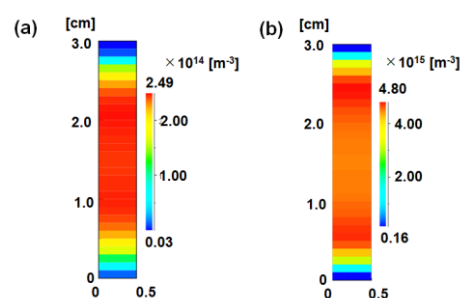


Fig.1 Electron density (a)60 and (b)200 MHz

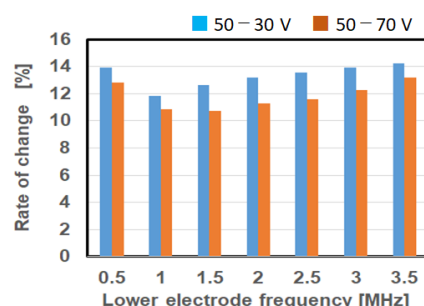


Fig.2 Rate of change of electron density

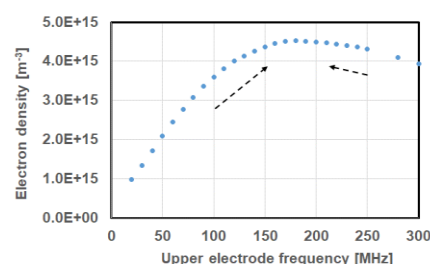


Fig.3 Frequency dependence of electron density