

## 機械学習とプラズマプロセス Machine Learning and Plasma Process

大森 健史, 中田 百科, 石川 昌義, 小藤 直行, 臼井 建人, 栗原 優  
Takeshi Ohmori, Hyakka Nakada, Masayoshi Ishikawa, Naoyuki Kofuji,  
Tatehito Usui, Masaru Kurihara

日立製作所 研究開発グループ  
Hitachi, Ltd. Research & Development Group

半導体素子の寸法は20年間で500 nmから10 nmまで微細化した。更に近年では、微細化と共に素子構造の3次元化と新材料導入が同時に進んでおり、これをナノレベルの精度で加工することが要求されている。ナノスケール加工を実現するため、プラズマエッチング装置の加工形状制御機能は強化され続けてきた。その一方で、装置の制御パラメータ数が増加したことで、目的の加工形状を実現するためのパラメータ設定、すなわちレシピパラメータの最適化が難しくなっている。本研究では、レシピ開発の支援を目的として、機械学習を利用したエッチング形状の予測および最適化を行う手法を開発した。[1]

その基本手法として、装置への入力パラメータであるレシピデータと、装置の出力結果であるエッチング形状データの関係を学習し、エッチング形状の予測モデルを構築する方法を検討した。図1はエッチング結果を評価するための幅750 nmのSiトレンチパターンおよびエッチング装置の概要である。レシピパラメータは図

1に示した7項目とした。また、エッチング形状を評価するための特徴量として、トレンチの幅および深さ等の9項目をSEM(Scanning Electron Microscope)を用いて取得した。

初期学習用データとして、80条件のレシピと、これらレシピを用いた際のエッチング形状を取得し、形状予測モデルを構築した。次に、目標とした垂直形状を得るためのレシピを予測し、実際にエッチングを行ったところ、垂直なSiトレンチ形状を得ることができた。本講演では、予測レシピの実証実験結果およびエッチング形状の最適化手法について報告する。また、機械学習手法に物理モデルを組み合わせた最適化の加速手法と、より微細な30nm幅のSiエッチングにおける形状最適化結果について述べる。

[1] T. Ohmori, H. Nakada, M. Ishikawa, and M. Kurihara, "Prediction and Optimization of Etching Profile Using Machine Learning," in Proc. Int. Symp. Dry Process, Tokyo, Nov. 2017, pp. 9–10.

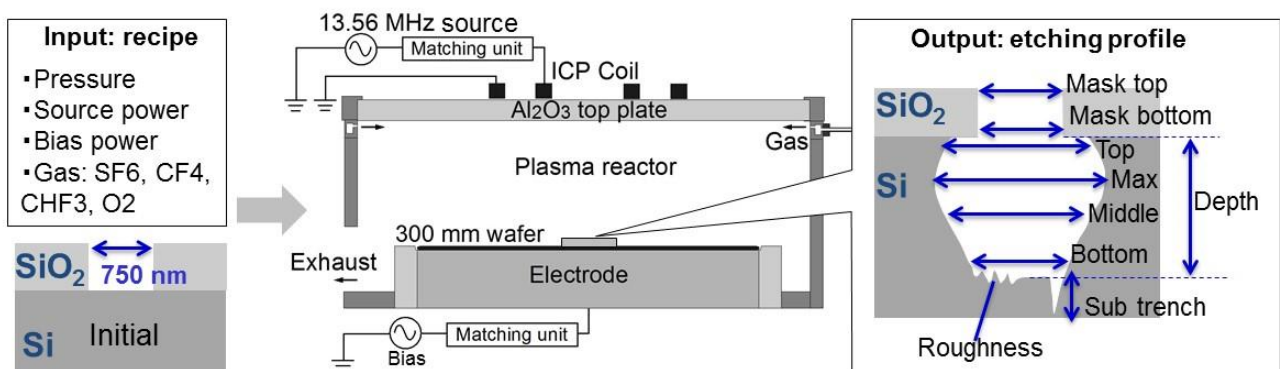


Fig. 1 Schematic diagram of inductively coupled plasma, and initial and etching profile with measurement parameters for learning data