

# 半導体熱処理条件の最適化における既存条件を考慮した目的関数の検討

## Objective functions considering conventional conditions

### in optimizing semiconductor annealing process

名大<sup>1</sup>, 理研<sup>2</sup>, アイクリスタル<sup>3</sup>, グローバルウェーハズ・ジャパン<sup>4</sup>

笠原 亮太郎<sup>1</sup>, 沓掛 健太郎<sup>1,2</sup>, 原田 俊太<sup>1</sup>, 宇治原 徹<sup>1,3</sup>, 関 翔太<sup>3</sup>, 高石 将暉<sup>3</sup>, 永井勇太<sup>4</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, RIKEN<sup>2</sup>, Aixtal<sup>3</sup>, GlobalWafers Japan<sup>4</sup>

Ryotaro Kasahara<sup>1</sup>, Kentaro Kutsukake<sup>1,2</sup>, Shunta Harada<sup>1</sup>, Toru Ujihara<sup>1,2</sup>,

Shota Seki<sup>3</sup>, Masaki Takaishi<sup>3</sup>, Yuta Nagai<sup>4</sup>

E-mail: r.kasahara@unno.material.nagoya-u.ac.jp

**【はじめに】** プロセスインフォマティクス の普及により、多くの製造条件の最適化に AI が活用されている。この際、量産条件などすでに製造条件が存在する場合には、AI により既存の製造条件からかけ離れた最適条件が提案されたときに導入が難しくなる。そこで本研究では既存条件を考慮した最適化を行うため、製品性能の評価指標に加えて既存条件との近さの指標を目的関数に導入した最適化を実施し、その効果を検討した。

**【実験方法】** Si ウェーハの熱処理プロセスにおける酸素析出物 (Bulk micro defect ; BMD) の形成、成長、溶解挙動のシミュレータを基にサロゲートモデルを作成し 5 段階熱処理モデルを構築した。このモデルを用いて 2 つの目的関数を最適化する 22 の熱処理条件の探索を行った。本研究では既存条件に近い条件の探索の手法として、3 つの異なる距離指標 “L1 ノルム” “L2 ノルム” “既存条件と一致する条件の数” を目的関数へ加え、比較した。最適化は遺伝的アルゴリズム (NSGA-II) を利用した。

**【結果及び考察】** 距離指標なしを含む 4 パターンの最適化によって得た最適解を Fig.1 に示す。丸点が通常の目的関数にて探索した際のパレート面の一部を、三角・星・四角点が既存条件からの距離指標を目的関数へ加えた最適化で得られた解の一部を示す。距離指標を加えた最適化においても、目的関数値が通常の最適化で得られるパレート面に近い値を得ることができた。次に熱処理条件の内の 4 つを取り出し、各最適化で得られた最適条件と既存条件との絶対誤差を Fig.2 に示す。距離指標を目的関数へ加えた最適化の結果は既存条件に比較的近かった。特に L1 の最小化ではある条件は既存条件と一致するスパースな解を得ることができ、L2 の最小化では条件全体が平均的に既存条件に近い解を得ることができた。これはそれぞれのノルムの最小化の効果によるものであり、状況に応じて使い分けることでより適切な解を得ることができる。

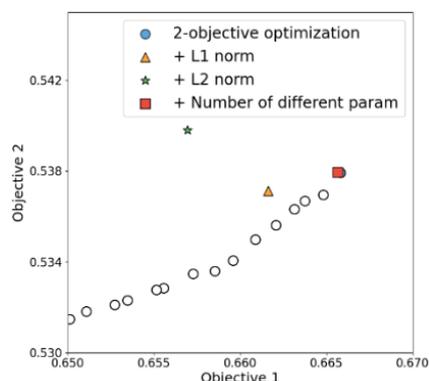


Fig. 1 Four optimization results.

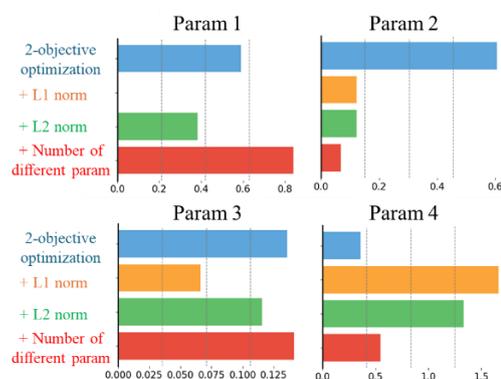


Fig. 2 Absolute error between existing conditions and the optimal solution.

**【謝辞】** 本研究は NEDO 先導研究プログラム (JP14004) より支援を受けた。