

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 新しい微小プラズマ閉じ込め加熱技術を用いた高変換効率 EUV 光源の実証
プロジェクトリーダー	: (株)IHI
所属機関	: (株)IHI
研究責任者	: 堀岡一彦 (東京工業大学)

1. 研究開発の目的

本研究は、東工大で考案された新しい微小プラズマ閉じ込め加熱技術:対向プラズマフォーカス技術を用いる事で、次世代露光用光源に適用可能な高効率 EUV 光源が実現可能であることを実証する事を目的とする。

本研究開発を経て最終的に実用化を目指す製品は次世代半導体露光装置用の EUV 光源装置である。

半導体デバイスの機能は1チップあたりの素子数に依存し、素子数が多いほど、また素子寸法が小さいほど処理速度が速くなる。したがって電子デバイスの機能向上のためには半導体の高集積化要求され、より微細な加工を可能とする技術が必要となる。半導体業界では長期的技術ロードマップを策定し技術開発に取り組んでいる。現在、このロードマップ実現に対する最大の技術リスクは高出力 EUV 光源の実現だといわれており、ここ数年で実用的 EUV 光源が開発されなければ、半導体業界全体の素子小型化、高速化、低消費電力化の計画に影響が出る事となり、国内外の半導体産業に大きなダメージを与える。

また、半導体露光装置市場自体、現在でも年間一兆円を超える巨大な市場であり、EUV 露光装置が主力となる時代にはさらに大きな市場となると予想されている。

本研究の実施、将来の実用化は半導体業界、その周辺業界に極めて大きな経済的価値、社会的価値を持つ。

2. 研究開発の概要

①成果

3本柱の目標の内、ふたつの当初目標:「放電空間の初期状態回復特性の解明とプラズマ光源に適した高繰り返し電源の開発」、「1kHz 繰り返し運転の熱入力時に安定稼動可能な光源構造の開発」に関しては当初目標をほぼ達成。

対向プラズマフォーカス源の 1kHz 動作、EUV 連続発光も確認し、高効率 EUV 光源の実現可能性を実証できた。出力安定性などにまだ課題があるが、今後は、東京工業大学殿の協力を得ながら、IHI が主体となって研究開発を継続し、対向プラズマフォーカス型 EUV 光源の実用化を目指す。

研究開発目標	達成度
①放電空間の初期状態回復特性の解明とプラズマ光源に適した高繰り返し電源の開発	① 放電空間のプラズマ消失時間、次放電用充電の必要待機時間待機時間など、新型光源の放電空間初期状態回復特性を解明した。 この特性に適したエネルギー回生利用型電源を開発し、実負荷での 1kHz 動作を実現した。

<p>②1kHz 繰り返し運転の熱入力時に安定稼働可能な光源構造の開発</p> <p>③光源試作と試作装置を用いた光源最適動作条件の解明 試作光源の動作条件最適化により、高繰り返し(1kHz 程度)、変換効率 5%以上の条件で、EUV 出力 100W の達成を目標とする。</p>	<p>達成度:100%</p> <p>② 熱解析とプラズマ収束性確認実験を連携し、熱的課題解決と良好なプラズマ特性を両立可能な電極構造を見出した。見出した構造でプラズマ源電極部を試作し、1kHz 繰り返し運転、EUV 連続発光を実現した。</p> <p>達成度:90%</p> <p>③ 上記成果を基に、高繰り返し連続運転実証の試験光源装置を製作し、ダブルパルス基礎実験、高繰り返し動作実験両面から、光源最適動作条件の解明を行った。試作光源の 1kHz 運転、EUV 連続発光、最大出力 100mJ/shot 以上を達成したが、EUV 出力にばらつきが大きく、出力 100W には達していない。</p> <p>達成度:80%</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

②今後の展開

本研究開発の成果を基に、NEDO 助成事業等、実用化・産業化を目的とした公的研究開発支援制度を利用して、IHI 主体で実用化・事業化を目指した研究開発を継続する。東工大殿には引き続き、共同研究先としてご協力いただく。

3. 総合所見

一定の成果は得られており、イノベーション創出が期待される。

高いハードルに対し、放電方式、エネルギー再利用技術及びその設備開発など、次の研究に繋がる成果が出ており、評価できる。

今後、市場ニーズに照らした EUV 光源としての目標をより明確にし、実用化に向けた開発を推進していただきたい。