



平成 28 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】自由電子レーザーの産業化に向けた技術および国際動向の調査研究

【整理番号】TK16-47

【代表機関】KEK

【調査研究代表者(氏名、連絡先 TEL & Mail)】

河田洋、 029-879-6193 hiroschi.kawata@kek.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

産総研：清紀弘

【TIA 外連携機関】

EUV-FEL 光源産業化研究会

【報告書作成者】

河田洋

【報告書作成年月日】

平成 29 年 3 月 31 日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

「高エネルギー加速器の新たな産業利用を目的とし、主に半導体リソグラフィ用 EUV 露光光源としてコヒーレント放射光である EUV 自由電子レーザーの実用化可能性を産業(業界)動向/ニーズや技術的見地から調査研究する。それらを踏まえ、産業用光源としてあるべき姿と産業化プランを世界に向け提示し、世界的なコンセンサスの形成を図る。さらには世界的な開発プロジェクト(大強度 EUV-FEL 光源)の実現を目指す。」が、本連携プログラム申請書に記載した概要である。

この概要に従い、以下の連携推進活動を行った。

- 1) 半導体リソグラフィの国際的な会合である「EUVL Symposium 2016(広島)」またそのサテライトワークショップである「OSA Workshop」や、「EUVL Workshop(米国)」等で EUV-FEL 産業化の取組み、と ERL-FEL 技術を発表し、国際的な半導体業界の牽引者にその光源の可能性と、実現に向けての道筋を示すと同時に、開発の必要性の認識を頂いた。
- 2) 12月13日に東京秋葉原の UDX・NEX 1 会議室で「EUV-FEL Workshop」(題目：加速器科学が拓く革新的イノベーション ~半導体 LSI 製造プロセス用 EUV 光源をめざして~、HP：http://pfwww.kek.jp/PEARL/EUV-FEL_Workshop/)を行った。102名の参加者(約70%が産業界から)の元、半導体デバイス産業の動向と EUV-FEL 光源の現状についての報告、および今後の展望をパネルディスカッションにて行う場を企画した。米国の半導体製造メーカーである Globalfoundries 社からの研究者も参加した。アカデミアと半導体の業界の方々両者にとって、「有意義なワークショップ」との評価を多数頂いた。
- 3) 初夏に国際的なコンセンサス構築の一環として Globalfoundries 社の Elik Hosler 氏による「米国での EUV-FEL 光源に向けての取組み」に関するセミナーを行なった。
- 4) 本かけはしの活動状況を、TIA シンポジウム(イイノホール)、TIA 光・量子計測シンポジウム(つくば国際会議場)等で報告した。
- 5) 海外主要半導体メーカーと電話会議で情報交換を行うとともに、他の半導体メーカーおよびコンソーシアムとの個別の打合せを国際会議の場を用いて行った。
- 6) 海外 EUV 露光装置メーカーとは、国際会議の機会を利用して会社訪問を行い、情報交換を行った。



7) 「EUV-FEL 光源産業化研究会」の会合を全体会議 1 回、分科会 2 回開催し、技術検討と情報共有を行った。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

- 1) 半導体リソグラフィの現状と EUV 光源によるリソグラフィの開発状況を把握した。
 - ・ 従来のレーザープラズマ光源(LPP)の出力は、現在 100W レベルであり、目標(250W)に対しては不足している。しかし、出力向上の目途は立ちつつあり、2018 年頃には量産適応が開始される見込みである。
 - ・ 更なる微細化に向けて、レンズの大口径化が計画されており、それに合わせて 500W レベル以上の光源出力が要求されている。LPP では 500W レベルが限界と見込まれている。
 - ・ 半導体メーカーの一部では、更なる微細化(3~5 ナノノード)段階で、1kW を超える EUV-FEL 光源の必要性を主張し、その検討を行っている。
- 2) 半導体業界からの EUV-FEL 光源への要望
 - ・ 1kW を超える EUV 大強度光源として、本活動が提案する EUV-FEL 光源が世界の半導体業界で明確に認知された。
 - ・ 業界からの主なコメントと要望は以下のとおりである。
 - 原案の 200m 規模の光源加速器サイズの縮小（例えば 100m 以下）。
 - Availability(稼働割合)の向上（例えば 95%以上）
 - 大強度コヒーレント光のハンドリング技術構築の必要性
- 3) 競争的資金の獲得に向けての活動
 - ・ EUV-FEL 光源産業化研究会の分科会を中心に開発計画を立案した。
 - ・ その計画を元に、国・ファンディングエージェンシーへのアプローチを行っている。
- 4) 学会発表等
 - ・ International Workshop on EUV Lithography(米国、1 件)
 - ・ International Symposium on EUV Lithography(日本、3 件)
 - ・ OSA International Workshop on Compact EUV & X-ray Light sources(日本、2 件)
 - ・ International Workshop on EUV and Soft X-ray Sources(蘭、1 件)
 - ・ 国内研究会・ワークショップ等（4 件）

【今後の予定】

- 1) EUV-FEL 光源だけではなく、広い産業応用をめざし、大強度光・量子ビーム応用の観点から活動を広げる。そのための調査研究を行う。
- 2) 大強度光・量子ビームを用いた学術応用への新展開の調査を行う。そのために来年度から東大の研究グループとの新たな連携を開始する。
- 3) 広い産業応用に向けた開発内容を明確にし、新たな開発計画を立案する。それを以て、国・ファンディングエージェンシーへのアプローチを継続する。

以上。