

シンポジウム「高強度XUV~X線ビームの発生とその応用」報告

阪大レーザー研 西村博明

レーザー技術が大きく進展した結果、高次高調波やレーザープラズマX線源、そして自由電子XX線レーザーに代表される高強度コヒーレントX線光源が実用化され、物性や生体、原子過程研究などへ利用されつつある。また、レーザー駆動極端紫外（EUV）光源は次世代の半導体製造リソグラフィ光源として生産現場に間もなく導入されようとしており、光源波長範囲は、現行13.5 nmに加え、6. Xnm領域の短波長EUV光源や光学素子開発研究にも広がっている。さらに、このような高強度XUV~X線は、従来不可能であった材料の微細加工やアブレーション光源に応用されようとしている。このような動きを背景として、「高強度XUV~X線光源」をキーワードとし、光源開発の現状と今後の展望に関する議論の場を提供することにより、関連分野への波及と拡大を期待できると考えた。このような動きを背景として、標記タイトルのシンポジウムが秋季学術講演会の初日午後で開催された。関連一般講演が3件実施され、引き続き6件の招待講演からなるシンポジウムが実施された。参加延べ人数は約40名であった。そのシンポジウム講演内容は

- 1) ギガワット級単一アト秒パルス光源の開発と非線形光学研究への展開
高橋栄治（理研）
- 2) レーザー生成プラズマ極端紫外（EUV）光源の放射特性
東口武史（宇都宮大院工）
- 3) 自由電子X線レーザー” SACLA”
富樫 格（高輝度光研）
- 4) 酸化物軟X線光学素子
熊谷 寛（北里大）
- 5) プラズマX線レーザーの発生と物質アブレーション
錦野将元（原子力機構量子ビーム）
- 6) レーザープラズマ放射極端紫外（EUV）光による微細加工
牧村哲也（筑波大院数理物理科学）

であった。

乖離や蒸発、電離やイオン化など物質に明らかな物理効果を与えることの出来る高強度の単色XUV~X線を安定に発生させる手法として、現在、長尺ガス中に超短パルスレーザーを打ち込んで発生させる高次高調波（講演1）、レーザー生成プラズマ（講演2, 5, 6）、そして自由電子X線レーザー（講演3）がある。これらの光源は、単に尖塔値が高いだけでなく、単色性、短パルス性、時空間コヒーレンシなどでもそれぞれに優れた特徴を有し、材料物性や加工、アブレーション過程の観測や高密度領域におけるエネルギー輸

送問題に新しい光を投げかけようとしている。特に高次高調波発生分野では、従来手法よりも2-3桁も大きなマイクロジュール級のアト秒パルス発生が可能となったとの報告（講演1）は、高次高調波応用の可能性を広げる成果として注目に値する。次世代半導体製造用のレーザープラズマEUV光源については、13.5nm帯はすでに実用化段階に入り大学、研究室の手を離れた。今は短波長化の研究は6.3nmから3nm帯に移りつつある。自由電子X線レーザー線SACLAは定常稼働状態にあり、繰り返しパルスの波長やパルス毎のエネルギーのバラツキを押さえる光源としての高性能化モードに入っている。光学素子では、新しい素子材料の組合せが試され、広帯域な波長領域で40%程度の反射率をもつ素子の提案があった。プラズマX線レーザーの新しい応用としてピコ秒単位での物質アブレーションの過程を干渉縞観測により実施している。従来のレーザー干渉画像では不可能であった高密度領域の観測を可能としている点が注目される。レーザープラズマ放射EUV光による材料加工の研究では観測結果の定量化が進められている。数十ナノサイズのEUVアブレーションの試みから、EUVアブレーションによる材料の飛散が、熱伝導速度を上回っているとする結果が、従来のフェムト秒レーザーによる加工との対比として今後の展開に興味を繋いだ。

本シンポジウムの内容のいくつかは、レーザープロセッシングが対象とする分野と重複しているため、プロセッシング研究者の興味を惹き、また、新しい光源として注目に値すると思えた。その意味で、レーザープロセッシングのセッションと本シンポジウムが平行に開催されたのが惜しいと感じた。分野代表の方の理解を得た上で、プログラム編成の段階で工夫を行えば、さらにシンポジウムの効果が上がると思う。次回の工夫を期待する。