

◁研究会報告▷

1997 International Workshop on X-ray
and Extreme Ultraviolet Lithography (XEL '97)

松田 維人 (NTT システムエレクトロニクス研究所)

XEL '97は1997年7月13日から15日まで横浜市のみなとみらい21地区にあるパシフィコ横浜で開催された。本会議は軟X線や極端紫外光をリソグラフィに应用することを目的に、等倍X線やX線縮小投影リソグラフィの最新の情報交換、今後の展開の仕方などを議論する会議である。本会議は1995年に大阪で第1回目が開催され今回が2回目である。次世代リソグラフィ技術の選択が混迷している中の開催であったこともあり、会議への関心が高く前回は上回る7ヶ国、約180名の参加があった。とくに、半導体産業の発展が著しい韓国、台湾、シンガポールなどアジア各国からの参加者および国内参加者の増加が目立った。国内参加者ではデバイスやプロセスに関与している参加者、すなわちリソグラフィ技術のユーザが目につき、X線リソグラフィについて無関心ではいられない状況が感じられた。

講演は招待講演のみで構成される口頭発表が23件で、招待および一般公募からなるポスター講演が41件であった。本講演では、先ずデバイスの発展動向と先端リソグラフィの展開状況が総合的に概観された。次に、日本、米国、韓国の等倍X線リソグラフィ技術共同研究開発機関からそれぞれの現状と展開の仕方が報告され、X線リソグラフィ技術開発の展望について議論された。さらに、X線リソグラフィの各要素技術の現状に関する詳細な報告・討論が行われた。とくに、実用化の鍵となるX線マスク技術、ステッパ技術、露光プロセス技術およびリソグラフィ技

術としての到達水準を示すデバイス試作による総合評価の現状と課題解決へ向けた取り組みについて重点的に議論された。また、X線縮小投影リソグラフィについては、日、米それぞれにおける開発状況全般が概観された。最後に、本会議の締めくくりとして等倍X線リソグラフィをデバイス製造へ導入するための重要課題についてパネルディスカッションが行われた。

半導体産業界の最大の関心事の一つは次世代リソグラフィとして何を選択すべきかということである。全体として従来実績のある光リソグラフィへの期待度が高いことには違いないが、光リソグラフィの適用限界について各半導体メーカーの考え方に差異が見られるようになってきている。例えば、インテルでは0.1ミクロン時代まで光リソグラフィとしているのに対して、三星では0.15ミクロン以降、また、三菱電機では0.18ミクロン以降はポスト光リソグラフィを検討すべきとしている。とくに、三菱電機ではコスト的に等倍X線リソグラフィが有利としており、等倍X線リソグラフィ技術の早急な立ち上げが必要であるとの考えを示した。セマテックからは0.13ミクロン対応技術の絞り込みを今秋中に行い、ロードマップに反映したいとの意向が示された。その中で、等倍X線リソグラフィは0.13ミクロン技術の有力な候補ではあるが、現在の開発状況から考えると技術が必要となる2003年頃には間に合わない可能性が高いとの懸念を表明した。これに対して、各国の等倍X線リソグラフィプログラムの状況

報告があった。国内では ASET と NTT が共同研究体制を構築し、2000年までに0.1-0.13ミクロン等倍 X 線リソグラフィ技術の立ち上げを行う。米国の PXLA (Proximity X-ray Lithography Association) はモトローラが脱退することにより IBM の独自路線で研究開発が継続されることになるようだが、次年度以降も政府の資金が調達できることとなり着実な前進が期待できそうである。韓国では、昨年より国立機関と LG セミコンが共同で等倍 X 線リソグラフィ技術の研究を開始したばかりであるが、デバイスへの適用に集中した検討が展開されており早急に立ち上がってくるものと思われる。今後は日米韓の三極体制で技術を競うことになりそうである。

等倍 X 線リソグラフィの要素技術にはいくつかの大きな進歩が見られた。実用化のキーとなる X 線マスク技術については、精度向上の観点から究極のメンブレン材料と考えられているダイヤモンドを用いた X 線マスクが NTT, NTT-AT および信越化学の共同で報告され注目を浴びた。ダイヤモンドメンブレンの報告は従来にもあったが、透明性、放射線耐性、欠陥密度、表面の平坦度など従来より格段に進歩の跡が見られ、実用に近づいたとの印象を受けた。また、高剛性メンブレン材料として実用化が急がれている SiC については、HOYA および NTT から報告され、技術的にはほぼ完成しており、残る主要課題は欠陥密度低減に集約されてきた。吸収体材料の内部応力分布制御も一段と進歩し、三菱電機が ± 5 MPa 以内に制御出来ることを示した。ステップ開発についても、キャノン、SVGL、カールズルーアアメリカからそれぞれプロトタイプ機とはいうものの量産を意識した装置の性能評価結果が報告された。また、NTT 技術をベースに ASET で開発中のステップについて報告があり注目された。ビームライン技術では、露光フィールドとして 50 mm 角が計算上可能であることがウイスコンシン大、キャノンから既に報告されているが、今

回住友重機からも報告が有り、いよいよ実証する段階にきたことを感じさせた。光源技術については HELIOS が一段と性能向上した点が注目された。こうした要素技術の総合評価として、デバイス試作への適用も盛んに行われている。三菱電機の 1 ギガビット DRAM、東芝と NTT のジョイントワークである 4 ギガビット DRAM 用テストチップ、IBM の 1 ギガビット DRAM、モトローラの 0.18 ミクロン 64 メガビット SRAM などの露光技術が報告され、着実に進歩していることが伺えた。

一方、EUV リソグラフィについては、日米の研究開発体制の違いが浮き彫りになった。国内では各企業、各大学が独自に要素技術開発を進めている、すなわちリソース分散型であるのに対し、米国では産官学一体でシステムティックに、すなわちリソース集中型で要素技術開発が進められている。現時点では各要素技術にそれ程大きな差は感じられないが、近い将来大きな差となって現れるのではないかという恐れを感じた。

会議の締めくくりとして行われたパネルディスカッションはまさに等倍 X 線リソグラフィが直面しているジレンマが議論の争点となった。等倍 X 線リソグラフィを実用化するには要素技術の向上のみならずそれを供給できる体制をつくらねばならないが、それをどのように実現するかという問題である。ベンダー側からは半導体メーカーがリソース投入してベンダーをサポートしてくれないと持ちこたえられなくなるという意見、半導体メーカー側からは技術の見通しが不透明なのに投資できないという意見が出され議論が伯仲した。現在の X 線リソグラフィは SOR 光源を用いた大がかりな技術なので、世界の半導体メーカーでも IBM、三菱電機以外は所有しておらず、多くの半導体メーカーは X 線リソグラフィの現状の実力および将来性を正當に評価できないでいる。このことが半導体メーカーの動きを鈍くしているものと感じる。半導体メーカーが共同利用できる各国の共

同研究開発機関における X 線リソグラフィプログラムの早急な立ち上げに期待したい。

最後に、会議全体を通してみると X 線リソグラフィ技術はこの 2 年間で飛躍的に進歩が図られたとの印象が強く、実用化に向けて確かな手応

えを感じさせる会議であった。本会議はこの分野の技術論、戦略論を議論する重要な会議として既に多くの方々から支持を受けており、次回は 2 年後の 1999 年に関西で開催される予定である。