

## 極紫外リソグラフィー開発と光学の総合力

渋谷 真人

(東京工芸大学光工学科)

次世代の光微細化技術として極紫外リソグラフィー (EUVL) の開発が進められている。日米欧で精力的に行われているフィージビリティスタディーによれば致命的な問題はみられず、2008年ごろを目指した量産機の開発が残っているだけというのが基本的な論調になっている。しかしながら、スループットやコストを無視しても、輝度特性のよい寿命の長い光源、マスクの欠陥や熱歪み、パターン形成の容易なマスク、欠陥のない反射コート、照度均一性や照明開口数の均一性を与える照明光学系、高NA非球面反射投影レンズの評価組み立て、反射面の熱歪み、コンタミネーションなど、まだまだ困難な技術的課題が多くある。「EUVLの開発は半導体産業の月面着陸である」とアポロ計画と比べる人さえもいる。

目標とする解像力を30 nmとすると、現在の超解像技術を用いたArFレーザーリソグラフィーの3倍の微細化となる。さらに、屈折面から反射面になるので真空との屈折率差を考慮して、投影レンズに必要な非球面精度を見積もると $3 \times (2/0.5) = 12$ 倍と非常に厳しくなる。このような面の干渉計測では、従来はほとんど考慮していなかったCCDの幾何歪みや感度の非線形性まで考えなくてはならない。

致命的な問題がないといわれていても、F<sub>2</sub>リソグラフィー(露光波長157 nm)での蛍石の複屈折のような、青天の霹靂がいつ現れないとも限らない。投影レンズ反射面や反射マスクにおける位相変化の入射角依存性などが検討され、問題ないと報告されているが、考えられる問題をしらみつぶしに地道に検討していく努力が重要であろう。はなばなしくはないが、こうした「問題がない」という研究発表をも積極的に評価していく必要があると思う。それが、EUVLの実用化への開発スピードを上げ、全体の開発コストを下げることに繋がる。

このように、EUVLの開発には多岐にわたる検討が必要である。光学の各方面の専門家の参加が望まれている。光学の分野は天文、宇宙光学、量子光学、計測、レーザー、光メモリー、光学機器、光学設計、微小光学、非線形光学、視覚、バーチャルリアリティ、光リソグラフィー、写真化学、光化学、光通信、結晶光学、光散乱というようにたくさんあるにもかかわらず、学会レベルでの情報交換は必ずしも十分ではない。まだまだ多くの課題のあるEUVL開発だが、さらに多くの研究者の参入が得られれば、議論がさらに活発になり、開発スピードをより早めることができると思うし、新奇なアイデアも生まれてくるのではないだろうか。最近では、量子的な光(entangled photon)による微細化加工技術までが議論されるようになってきたリソグラフィーの分野は、まさに光学の総合技術の世界である。EUVLの開発が、学会の情報交換を活性化させるひとつの契機となり、さらには日本光学会の大きな発展に繋がればと考えている。