EUV リソグラフィー技術開発の現状および今後の展開について

Current Status and Prospect for EUV Lithography

兵庫県大高度研[1]　○渡邊 健夫[1]，原田 哲男[1]，山川 進二[1]

Univ. of Hyogo[1], ○Takeo Watanabe[1], Tetsuo Harada[1], Shinji Yamakawa[1]

E-mail: takeo@lasti.u-hyogo.ac.jp

スマートフォンおよびIoTやSNS等の各種サービスで使用するデータセンターは、クラウドコンピューティングを中心とする計算機であり。そこには先端のロジックやメモリ半導体が数多く使用されている。これらの飛躍的な半導体デバイスの技術革新は半導体微細加工技術の進展によるところが大きい。

半導体微細加工技術は半導体製造の前工程の中でも依然として重要技術であり、その中でもキーとなるのはリソグラフィー技術である。これまで、リソグラフィー技術は露光波長の短波長および露光光学系の開口数の拡大で進展してきた。2019年からは13.5nmの露光波長であるEUV光を用いた極端紫外線リソグラフィー（EUVL）が7 nm世代のロジックデバイスの量産技術として適用された。

兵庫県立大学高度産業科学技術研究所は1996年よりEUVLの基盤技術開発を進めてきた。特に、大学の特色化の一つである国内大学最大の放射光施設ニュースバル（Fig. 1）においては、9本のビームラインの内、EUVL専用に3本のビームライン（Fig. 2）を保有し、各種実証研究を進めている。これまでに4つの国家プロジェクトであるASET, EUVA, SELETE, EIDECからNEDOを通じて再委託を受けて進めたのをはじめ、数多くの国内外の企業との共同研究を進めてきた。EUVLの量産技術適用の実現はこれらによる貢献が大きい。

Fig. 1 NewSUBARU synchrotron light facility.

2022年版のIRDS半導体ロードマップによると、今後はHigh NA EUVLが2025～2026年に導入され、2 nmロジックデバイスの量産をはじめメモリの量産技術として展開されることになっている。その中でEUVLの技術課題は優先順位の高い順にレジスト、マスク、光源の開発である。

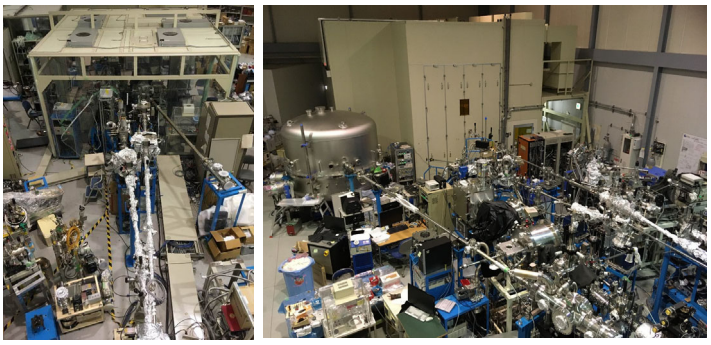

Fig. 2 (a)BL03, and (b) BL09 and BL10 beamlines for EUVL.

特に、EUVレジストの開発では高解像、高感度、低LWR（line edge roughness）を同時に満足するレジスト開発が要求されている。この中で、最も重要で難易度が高いのが低LWRの実現である。マスクの開発では欠陥のないマスクの開発であり、より微細な欠陥をペリクルを装着した状態で検出可能な検査技術を開発することである。また、ASML社製の実露光機を使用する際に、カーボンコンタミネーションに影響を低減させるため、水素等のガスの環境下で露光する系になっており、これらのガスによるマスクやレジスト材料への影響を低減する必要がある。

以上のように、今後の微細加工技術は多くの課題があり、現状の取組と今後の展開について紹介する。

一方で、今後の0.7 nm世代以降のデバイスや量子デバイスの量産に向けて、beyond EUVL（BEUV : EUVLの短波長化によるリソグラフィー）の基盤技術開発を進めている。これらの内容についても講演の中で紹介する。

また、半導体は国家安全保障や経済安全保障上、非常に重要な技術である観点から、日本の半導体復活を実現させる必要があると、筆者は考えている。この復活に必要なシナリオについて、これまでも歴史的な経緯を含めて議論をさせて頂くことにしている。

© 2023年 応用物理学会