紹介

技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構における情報管理と発信

小川眞佐志¹

著者抄録 : 技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構 (EUVA) は2002年に設立され, 2010年から市場へ投入される次世代半導体露光装置に使われるEUV光源と投影光学系の技術開発を推進している。欧米との開発競争のなかで, EUVAは研究開発活動およびEUVAの意義を広く理解してもらうための情報発信, 管理を進めている。情報システム構成, 内部の電子ファイル管理, ホームページの構成, インターネットによる遠隔会議について紹介するとともに, 成果発表, プレスへの広報など広範囲な情報発信活動について述べた。

キーワード : 極端紫外線露光システム, EUV光源, 投影光学系, 情報管理, ホームページ, 遠隔会議

Information management at Extreme Ultraviolet Lithography System Development Association (EUVA)

OGAWA Masashi ¹

Author Abstract: Extreme Ultraviolet Lithography System Development Association (EUVA) was established in 2002 to develop EUV lithography technologies, in particular EUV light source and projection optics. EUV exposure tool will be put in the market in 2010 and be used to manufacture 45nm μ p semiconductors. EUVA is active to disseminate information on its research activities and the objectives of EUVA. The information system at the EUVA headquarters including file management, structure of Web site, and tele-conference system using Internet is outlined in this article.

Key words: Extreme Ultraviolet Lithography System, EUV Light Source, Projection Optics, Information management, Homepage, Tele-conference

原稿受理 (2005-04-08)

(情報管理 48 (3): 156-162)

1. 技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構について

1.1. 極端紫外線 (EUV) 露光装置とは

半導体は, 高機能化, 高集積化が進み, 数年前には予想もできなかった盛りだくさんの機能が携帯電話などには内蔵されている。これを実現した主役が半導体集積回路であり, コンピュータが登場したときは, 大きな部屋を占領するほどの大き

さであったものが, 今や, 机の上に置かれ, その上初期の性能を数千倍も上回るものとなっている。

このような小型化は, 半導体素子の微細化によって可能となった。微細化は, 3年で0.7倍というペースで進み, この傾向は半導体の集積密度は18~24か月で倍増するというムーアの法則として有名である。実際には, 高密度化は, これよりも鈍化しているが, 性能向上として見ると, この法則は依然として有効である。

¹ 技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構 専務理事 (〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-23 西本興産 錦町ビル5階) Tel.03-3291-6021

¹ Executive Director, Extreme Ultraviolet Lithography System Development Association (Nishimoto-Kosan Nishiki-cho Bldg. 5F, 3-23 Kanda Nishiki-cho Chiyoda-ku Tokyo, 101-0054)

この微細化、高密度化を支えてきた技術がリソグラフィ技術である。リソグラフィは、石版画のリトグラフから由来し、マスク上に刻まれた回路パターンをSiウェハの上の感光性樹脂に転写する技術である。微細化を進めるには、使用する光の波長を短くしていく方法が採られる。放電ランプを使ったg線(436nm)、i線(365nm)からレーザーによる露光へと進み、KrFエキシマレーザー(248nm)、最近ではArFエキシマレーザー(193nm)が最先端の微細化を担っている。ArFレーザーによる加工は、ハーフピッチ90nm *hp*程度が限界とされていたが、レンズとウェハの間に液体を入れ、見かけ上の波長を液体の屈折率だけ短波長化した方式、ArF液浸方式が注目され、45nm程度まで加工ができると言われている。しかし、波長に比べて、加工精度を数分の一にするためには、複雑なマスクの設計、解像度向上技術等コスト増につながるエンジニアリング手法を導入する必要がある。このため、波長そのものを短くすることにより、45nm、32nm、22nm、16nmまでも対応しようという考えにより、13.5nmのEUV（極端紫外線）を使う方法が提案され、開発競争が日米欧で繰り広げられている。

2010年には、45nm *hp*の加工が可能となるEUV露光装置が市場に投入される予定で、それに先立ち、 α 機、 β 機がそれぞれ、2006年、2008年に完成する計画となっている。

EUVリソグラフィ（EUVL）の開発課題は多く、13.5nmの光を出す光源装置、マスクに当てた光を

ウェハまで導く投影光学系など、ナノレベルの技術が要求される。13.5nmの光は、物質による吸収が大きいため、これまで使われてきたレンズを使うことができず、Si/Moの多層膜のミラーを使わざるを得ない。また、1枚のミラーの反射率は70%程度のため、できるかぎり使用するミラーの枚数を減らす必要がある。現在の設計では、光源からウェハまで、十数枚のミラーが必要となり、これだけでも光量は、1%以下に低下してしまう。感光剤の感度を考えると光学系の入り口で115Wのパワーが必要とされる（図1）。

1.2. EUVAの設立

2010年に量産化されるEUV露光装置の開発には、多大な研究開発費が必要とされることと、EUV露光装置の技術を手に入れるか否かは、将来の半導体製造技術の根幹を左右することとなるので、欧米においても国家レベルでの開発が進められている。わが国としても、技術進歩に遅れをとらないように、2002年に技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構（EUVA）が設立され、積極的にEUVリソグラフィ技術の開発を開始することとなった。EUVAは、鈹工業技術研究組合法に基づき経済産業省から認可された法人で、研究開発のために税法上の恩典を受けている。

露光装置メーカーは世界中で、オランダのASML、日本のキヤノン、ニコンの3社しかない。長くニコンは露光装置のシェアのトップを維持してきたが、

図1 EUV露光装置

ASMLの台頭は著しく、最新のレーザ露光装置では、ASMLがトップシェアとなっている。また、レーザ光源では、米国Cymerと日本のギガフォトンの2社が激しいシェア争いを展開している。

このような状況の中で、EUVAは、経済産業省と新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託を受け、2010年の量産機へ向けた基盤技術の開発を進めている。

EUVAの組合員は、光源メーカー3社（コマツ、ウシオ、ギガフォトン）、露光装置2社（キヤノン、ニコン）、デバイスメーカー4社（富士通、NECエレクトロニクス、東芝、ルネサス）である。EUVAは、光源の開発のために、平塚と御殿場に研究所を持ち、それぞれ、レーザ方式と放電方式の研究開発を進めている。また、装置についてはキヤノンとニコンの研究所において開発が進められている。

EUVAでは、2002年から光源の開発を始め、2003年からは、投影光学系の加工・計測技術の開発、および投影光学系装置のEUV光による絶対波面計測技術に着手し、2008年3月に開発を終了する計画となっている。光源の最終目標は、50Wの出力を目指すこととしている。

1.3. 情報発信

情報発信の目的は、EUVAの研究開発活動を広く知らしめるものと、EUVAの組織自体の意義を理解してもらうものとに分かれる。また、その手段としては、成果報告会、Web、News LetterなどのEUVA自身が提供する媒体による発信と、他の機関による学会、シンポジウム、展示会での発表が主なものとなる。

EUVリソグラフィ技術については、年1回EUVL国際シンポジウムを日米欧持ち回りで開催している。昨年は11月に宮崎で第3回EUVLシンポジウムが開催され、世界から400名を超す関係者が集まった。第1回は、米国ダラス、第2回はベルギー・アントワープで開催され、今年は、米国サンディエゴで開催の予定。このほか、SPIE（The International Society of Optical Engineering）の主催するMicrolithographyシンポジウムが毎年2月に開かれ、EUVLに関する世界の最新のデータが発表される。EUVAが主催する研究成果報告会は、毎年6月に開催し、約300名が集まる。

EUVAは、ホームページを開設しており（EUVA Official Site, <http://www.euva.or.jp/>）、ここからEUVAの研究開発や行事に関する情報が発信される。Webには、このOfficial Siteのほかに、EUVA Community

Siteがあり、こちらは参加者が自発的に情報を公開できる場所となっている。

また、EUVA News Letterは、隔月で発行され、EUVA情報や、EUVL関連技術情報を伝えている。News Letterは、紙ベースで送るものとメールベースの2本立てとなっている。見てもらえる機会を多くするために、会社の幹部クラスには紙ベースで送ることとしている。

2. EUVAの情報システム

2.1. システム構成

EUVA本部は、常勤7名、非常勤6名の小規模事務所である。このためLANシステムといってもサーバを設けず、PCをファイルサーバとして使用している。Webサーバ、メールサーバは、外部の接続業者である千葉データセンターのハウジングサービスを利用している。EUVA本部のLANは、インターネットプロバイダへ接続しており、ルータ、モデムを通じインターネットを経由して、千葉データセンターのサーバへアクセスし、情報のやり取りをしている。また、事務所外からもメールのやり取りが可能となっている（図2）。

2.1.1. 共通ファイルシステム

事務の効率化のために、電子ファイルを共通で所有するために、共通のフォルダをファイルサーバ内に構築し、これに全員がアクセス可能となっている。できるかぎり紙での資料保管をしないようにしている。セキュリティの観点から、現在は、事務所外から共通フォルダへのアクセスは許可していない。

2.1.2. ファイル名方式

ファイルを共通で使用する場合には、統一したフォルダ構造、ファイル命名法が必要となる。このため、ルート・フォルダについては、各人が自由に変更、新設をしないように決めており、また、ファイル名は、日付_ファイル名_バージョン名という統一した命名法により、各人がファイルに容易にアクセスできるようにしている。さらに、ファイルのプロパティ情報も保存することにより、ファイルをプログラムで開かなくても、エクスプローラで内容が確認できるようにしている。

2.1.3. ファイルのバックアップ

ファイルのバックアップは、バックアップソフトにより、週2回自動的に差分のみ保存している。また、月に1回は、全フォルダをそのままバックアップしている。現在のところ、全容量は、8.5GB、

図2 EUVAネットワークとサーバ構成

ファイル数は約1万となっている。2002年6月設立以来蓄積された量で、今後どの程度増加するかによるが、修正されることのないファイルについては、アーカイブフォルダへ保存、あるいはCD-ROMへの焼き付けなど方法を工夫する必要があるかもしれない。

2.2. ホームページ

EUVAのホームページは、公式サイト（EUVA Official Site）と、コミュニティサイト（EUVA Community Site）の2段階の構成となっている。公式サイトは、EUVAから公式な情報を発信するサイトであり、管理者が情報を作成し、掲載する方式をとっている。一方、コミュニティサイトは、ユーザが自発的に情報を発信、共有することのできるサイトとなっている（画面1、画面2）。

また、両サイトは、英語表記のみである。これは、情報発信の対象が世界であり、日本向けにも英語表現で問題がないと判断したからである。これにより、英語のほかに日本語のページを作成するという手間を省いたという面もある。コミュニティサイトでは、フォームは英語であるものの、チャットルーム、ファイル掲載での言語の制限はなく、英語、日本語でも書き込みができるように

画面1 EUVA Official Site

画面2 EUVA Community Site

なっている。技術的な問題として、PDFファイルをアップロードする場合、2バイト言語を使ったものは英語バージョンのPDFでの表示に問題があることがあり、2バイト文字を使わないように注意を出してある。この点からも英語に統一したほうが、よい。

2.2.1. 構成：Home Pageの画面、構造

EUVA公式サイトは、EUVAの概要、組織、場所、研究計画、研究の成果、関連機関へのリンクなど、一般的な構成となっている。

EUVA コミュニティサイトは、トップページで、写真の中に出てくるボールにカーソルをあわせると目次がプルダウンで現れるようになっている。構成としては、Topics, Information Warehouse for All, Information for Members, Discussion Foraの4セッションとなっている。いずれもユーザが自分で情報を掲載できる仕組みを採っている(表1)。

Topicsは、最新の話題を提供するセッションで、ユーザがRegistrationの画面(画面3)で登録をすると、情報が提供された旨の自動応答メールが本人あてに発出される。この段階では、情報の公開は行われず、管理者が内容を見て、問題がなければ、管理画面からその情報の登録を許可するとともに、1から10までのどの順番で掲載するかを決定する。これによってTopics画面上で、指定された順番で公開されることとなる。

Information Warehouse for Allも、誰でも自分で情報を掲載できる。この場合も、管理者が掲載を許可することによって情報が公開されることとなる。なお、情報提供者が、掲載された情報を訂正、または消去する場合は、登録の際に入力したパスワ

画面3 登録画面

ドを使うことによって本人だけが、訂正、消去可能である。

Information for Membersは、特定のグループに、グループ名とパスワードを発給し、そのグループ内だけでファイルの交換ができる仕組みである。希望のグループは、管理者にグループ名とパスワードを申し出れば使用が許可される。訂正、消去は、Information Warehouse for All と同じ手続きである。

Discussion Foraは、8つ設定可能となっている(画面4)。大きくFree Foraとメンバー制限のForaとに分かれている。Free Foraの2つは、それぞれパスワードをWeb Pageに表記してあり、それを使って誰でも参加できる。制限されたForaは、参加者に通知されているパスワードによって入ることができる。

Freeと制限付きのFora、どちらも内部構成は同

表1 Community Siteデータベース構成

じである。ログインすると、ログイン中の参加者の名前が左上部に示され、他の参加者が居れば、オンラインチャットルームとして使うことができる。通常は、コメントを掲載し、それに答えていくという使い方をする。また、ファイル交換機能

画面4 Discussion Fora

を有するため、ファイルをアップロードできるようになっている。コメントを掲載すると、そのForumのメンバーに対して、誰がコメントを掲載したかというメールが自動配信される。これにより、コメントへの回答が早くもらえるという利点がある。テーマと期限を付けた会議室として使うには便利な機能だと考えている。

2.2.2. ログ解析

EUVA公式サイトとEUVAコミュニティサイトは、ログ解析ソフトを使って、4か月単位で使用状況を把握している。ホームページの総リクエスト数、正常なリクエスト総数、ヒット総数、訪問者総数、国内、国外からの訪問者数等のデータを収集している。リクエスト数は、ページ単位でのアクセス数で、総ヒット数は、ページに加えスクリプト、オブジェクトへのアクセスもカウントされる。また、訪問者はアクセスしてきたコンピュータのドメインから組織、団体名が推定される。また、国内・外の区別は、ドメイン名がjpかどうかで区別している。最近では、「.com」でも日本の組織の場合があり、国別のデータは完全ではない。完全なデータとはならないが、時系列でログ解析することによって、Webの使われ方の推移を把握することができる(図3、4)。

これまでのログによると、4か月の総ヒット数

は、公式サイトでは2万から2万6,000、コミュニティサイトでは1万8,000から2万3,000で推移している。2004年8月から11月のログレポートには、11月に開催された宮崎での第3回EUVL国際シンポジウムの影響が現れている。シンポジウム関連のサイトを増設した公式サイトへのアクセスが増えた一方、コミュニティサイトへのヒットが減少した。

3. 遠隔会議

EUVAでは、遠隔会議を行うために、NTTラーニングシステムズのミーティング・プラザと契約している。これは、インターネットを経由して、音声、画像の情報をやり取りするもので、最大10名までが同時にアクセスできる。装置としては、パソコンとUSBカメラ、マイクが必要で、インターネットへ接続できる環境があればよい。したがって、海外からも手軽に参加できる仕組みとなっている。回線は、高速のものが望ましいが、56Kアナ

図3 アクセスログ1

図4 アクセスログ2

ログでも、音声と画像の帯域配分を適当にすれば実用上問題はない。会議では、相手の顔を見るだけの場合は、画像の通信速度は遅くてもそれほど気にならない。また、OHPなどの資料ファイルは画面上に展開して参加者で共有することで、カメラを通した劣化した画面を使う必要はない。

会議開催の手順は、以下のとおり。

- (1) 会議主催者は、ミーティング・プラザ電網会議ASPサーバにログインし、会議登録画面を呼び出す。
- (2) 会議主催者は、会議件名、事前資料、参加者の登録などを行う。
- (3) 電網会議ASPサーバは、指定時間になると会議開催通知を参加者に対して自動的にEメールを送出する。
- (4) 参加者は、会議開催通知メールに含まれているミーティング・プラザ電網会議サーバログインURLをクリックすると、自動的に会議に参加できる(画面5)。

画面5 ミーティング・プラザ画面

EUVAでは、技術委員会をはじめ多くの技術SWGが開催されるが、このSWGにミーティング・プラザを使っている。技術SWGでは、発表者がOHPで発表し、それに対して質問するという形となるため、発表の時間が長く、一方向の通信となる時間が多い。ミーティング・プラザは、もともとN対Nの会議を想定した仕組みとなっているため、我々のSWGのような1対Nの放送局タイプの通信には向かない部分もある。

4. その他の情報発信

EUVAでは、隔月のEUVA News Letterを約200名

に配布している。最新の研究成果や、海外出張報告、EUVA関連の学会、シンポジウム情報を掲載している。EUVAの活動とEUVLの開発状況を知っていただくために大いに役に立っていると思っている。思いがけない方から、いつも見ていますと言われ、これまで隔月の発行ペースを守ってきた甲斐(かい)があったと思う。

年1回は、プレスを招待して平塚、御殿場、あるいは分散研究所の見学会を開いている。専門紙の記者の方が中心となるが、実験サイトを見てもらうことでより理解が進むものと期待している。

5. まとめ

EUVAの情報管理は、組合員どうしの内部での情報交換と、外部との情報交換に大別できる。内部の情報交換は、研究開発活動を円滑に進めるようにするためのものと、事務処理を円滑に処理するものとがある。EUVAでは、光源、装置、波面計測の3つのサブプロジェクトが進んでいるが、サブプロジェクト内での情報交換はもとより、サブプロジェクト間での情報交換もさらに進めていく必要があると考えている。このためにWeb Siteを使った討論やファイル交換システムを整備してあるが、現状では、また、十分に使われているとは言い難い。平塚、御殿場、宇都宮、相模原、さらに委託先として大阪大、兵庫県立大、東京理科大、NTT厚木、電気通信大と多くの研究場所が離れて使われていることから、遠隔会議の利用も、SWGでの利用だけでなく、日常的な研究活動にもさらに利用してもらいたいと考えている。本部として、関係者に使い方、便利さを引き続きPRしていく必要がある。

外部への情報発信は、Web、News Letterで積極的に進めていると考えている。Webについては、最新の情報をいち早く掲載し、情報の鮮度でアクセス数を高めるように努力していく必要がある。コミュニティサイトは、ユーザ自身が情報を掲載できるので、機動性が高く、また、ファイルも掲載できるのでデータ交換の場としてユーザの自主的な活動の場として適している。

EUVAとしては、今後とも、情報を迅速に発信し、研究開発活動を円滑に進められるような環境作りを進めていきたい。新鮮で内容の豊富な情報を的確に得られることは、それらを使って構築される知識をより完全なものとしてくれる。