

# International Symposium on Microlithography '98

(株)ニコン 相模原本部 相模原技術開発部 材料2グループ

神保 宏樹

Hiroki Jinbo

Material R & D Group 2, Sagamihara R & D Dept.,  
Sagamihara Headquarters, Nikon Corporation

1998年2月22日~27日に開催された表記学会に参加したので、その内容を簡単に報告する。この学会はSPIEの主催で、毎年この時期に米国カリフォルニア州サンタクララで開催される国際会議である。その会場は、Hotel Santa Clara Westinに隣接したSanta Clara Convention Centerである。会期中、サンタクララの天候は良く、とても過ごしやすかった。しかし、今年の冬のカリフォルニアは、エルニーニョ現象の影響で洪水に見舞われた地域があったようだ。

まず、2月23日8時から12時迄Special Plenary Sessionと題した大物研究者らによる講演が行われた。その中で特に注目すべきは、M. Rothschild (MIT/LL) が、F<sub>2</sub> (157 nm) リソに関する力強い講演を行い、聴衆に“F<sub>2</sub> リソの現実感”をアピールした事である。

彼は、光源とCDの関係をKrF 150~250 nm, ArF 100~130 nm, F<sub>2</sub> 70~130 nmに位置づけた。ArF リソに関して、石英ガラスのコンパクションなどの材料の評価、ベリクルの評価結果を示した。MIT/LLは、NA0.5のArF露光機を所有しており、シフターエッジレチク

ルを用いて0.135  $\mu\text{m}$  L/Sを約1  $\mu\text{m}$ のDOF幅で解像した。

次に、F<sub>2</sub> リソに関する内容を紹介する。MIT/LLは、NA0.28とNA0.5のF<sub>2</sub> リソ露光機を所有している。その結像光学系は、2枚ミラーのシュバルツシルドで、ビームラインは窒素パージされ、蛍石(CaF<sub>2</sub>)レンズも使用されている。MIT/LLは、レチクルに蛍石基板彫り込みの位相シフトマスクを用いて、top surface imagingながら0.08  $\mu\text{m}$ の結像パターンを得た。Rothschildは、“蛍石は157 nmの光学材料として問題なく使用でき、レチクル用にはMgF<sub>2</sub>も使用可能”と言っている。これらは、EIPBN'97(5月)での講演内容とほぼ同じだがレーザーの性能が向上(500 Hz, 20 mJ/pulse, 半値幅17 pm)しているようだ。

Special Plenary Session以降の本講演は、(1) Emerging Lithographic Technologies, (2) Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography, (3) Advance in Resist Technology and Processing, (4) Optical Lithographyの各テーマに分かれて行われた。また、Working Group EventsやSPIE Education Programとして27のショートコースも開催された。会議終了後は、各種イベント、パーティーそしてメーカー主催のアフターミーティングで

盛り上がった。私は Optical Lithography にのみ参加した。詳細な内容や私が参加した Session 以外の講演内容に興味を持たれた方は、学会終了後発行される Proceedings を入手して参照されたい。特に、Emerging Lithographic Technologie の Session では EUVL 関連の発表件数が非常に多かったようだ。以下、私の独断で気になる発表、主に光学材料に関する講演内容の要点を記載する。

#### 〈Optical Microlithography XI (Conf. 3334)〉

今年のトレンドは“取差計測”だったようだ。全体を通して、CD コントロールに関する発表が記憶に残った。シミュレーションとの比較、OPC 等の技術を使用したエッジ部の補正など、これらの研究は各種デバイスの生産上非常に重要な技術であると感じた。

- Nikon (S. Hirukawa) の発表は、ArF (NA 0.6), KrF (NA 0.68) のレンズの性能紹介と実験データとシミュレーションとの比較がメインで、ArF の  $0.13\ \mu\text{m}$  及び  $0.15\ \mu\text{m}$  の L/S 断面 SEM 写真を示して、それぞれの DOF 値についても報告した。
- Canon (R. Ebinuma) は、スキャン機のメリットとして、小さなレンズは作り易く性能が良い事と、スリットをレンズ性能の良い方向に選べる事で説明した。主にステージの性能に関するデータを報告していた。
- ASML (P. V. Oorchot) は、i 線スキャン機 PA5500/400, NA0.48~0.65, フィールド  $26 \times 33\ \text{mm}$  の性能を紹介した。i 線スキャン機のメリットを KrF とのコスト比較で示した。
- IBM (C. Progler) は、 $\Delta\text{CD}$  シミュレーションにより、光学系に必要なとされる波面収差の数値を紹介した。彼は Olympic に因んで次のように表現した。  
金メダル  $< 0.0250\ \lambda\text{RMS}$ , 銀メダル  $< 0.0400\ \lambda\text{RMS}$ , 銅メダル  $< 0.0600\ \lambda\text{RMS}$
- ASET (S. Kishimura) は、BARC (レジス

ト下面への反射防止コート)により、ArF の感度を 5 から  $8\ \text{mJ}/\text{cm}^2$  に、解像度を  $0.15$  から  $0.13\ \mu\text{m}$ , DOF,  $\Delta\text{CD}$  をそれぞれ向上させた。

- IBM (T. J. Wiltshire) は、Micrascan III (KrF, NA0.6) の性能評価を行った。その装置は解像度  $200\ \text{nm}$  の DOF  $0.6\ \mu\text{m}$ , スループット  $56\sim 60\ \text{W}/\text{H}$  など良好な性能を示した。
- Etec System Inc. (P. C. Allen) は、MASK 露光機の開発計画を提示した。短波長化の光源の候補として、SBBO, KBBF 等の非線形光学結晶の使用やその光学系について示した。
- SEATECH/MIT (V. Liberman) は、 $193\ \text{nm}$  リソ用の光学薄膜の耐久テスト結果を報告した。照射条件は、 $15\ \text{mJ}/\text{cm}^2/\text{p}$ ,  $\text{N}_2$  PURGE,  $\text{O}_3 < 10\ \text{ppb}$ ,  $\phi 5\ \text{mm}$  BEAM で 8 ケ同時照射可能な装置を用いた。薄膜の吸収測定は熱干渉法で行われ、測定精度は  $0.1\ \text{MK}^\circ$  で吸収に換算すると  $0.05\%$  に相当する。したがって精度は非常に良い。最も良いコートは  $1500\ \text{million pulses}$  照射後も変化していない。インシヤルの特性を見ても実際照射しないと薄膜の耐久性がわからない事を強調していた。
- SEATECH/MIT (V. Liberman) は、上記同様  $193\ \text{nm}$  リソ用のペリクル膜の耐久テスト結果を報告した。空気中の酸素はペリクルの耐性に対して良い方向に作用し、窒素中では耐性が落ちる。GCMS 分析結果もそれを支持する ( $\text{N}_2$  雰囲気では  $\text{CF}^+$  の脱離多い)。Life Time は、 $20,000$  枚 WAFER に相当 ( $0.1\ \text{mJ}/\text{cm}^2/\text{p}$ ,  $50\sim 100\ \text{million pulses}$ ,  $400\ \text{Hz}$ ) する。
- NIST (R. Gupta) は、屈折率測定 ( $193\ \text{nm}$ ) のデータを報告した。その測定機は光源に Cu-Ne ホロカソードランプ、プリズムを使用したゴニオメーターで精度は  $7\ \text{ppm}$  である。特に、温度係数  $dn/dT$  の測定時は  $0.1^\circ\text{C}$  の温度精度で管理され、石英ガラス =

+19.5E-6/°C, 蛍石=-2.9E-6/°Cと算出した。各数値は絶対値に換算している。今後は157 nmの屈折率測定を目指している。

- Laser Laboratorium Gottingen (K. R. Mann) は、研磨表面とレーザーダメージの関係、蛍石と石英ガラスのレーザー照射テスト結果を報告した。研磨面の表面粗さは数Å RMSだった。ドイツの公的機関による硝材のArFダメージテストに関する発表は初めてみたが、石英ガラスの挙動自体には新規な内容はなく、数十mJ、僅か10<sup>4</sup>パルスの照射試験の結果で“長期の保証が可能”というのにはやや強引に思えた。蛍石の吸収生成の主因を1でなく“2”光子過程に結論づけたのは印象的だった。
- LAMDA, CYMER, KOMATSU は、KrF, ArF リソ用エキシマレーザーの基本性能を報告した。



Santa Clara Convention Center と Hotel Santa Clara Westin

この様な国際学会は、講演内容はもちろんメーカー、大学、研究所から第一線の技術者、研究者、営業そしてマーケティング担当者が集まるため、自然と貴重な情報が集まる。今回も、日本をはじめとするアジアの有力企業からの参加が目立った。最後に、この様な重要な国際会議に参加できたことを感謝したい。

以上