

X線結像光学ニューズレター

No.3 1996年1月発行

NISTとLBLを訪ねて

東北大学科学計測研究所 柳原美広

今となっては少し古い話で恐縮ですが、私は今年の3月13日から24日にかけて学振の日米科学協力事業「軟X線結像光学」の一環としてNIST (National Institute of Standards & Technology) とLBL (Lawrence Berkeley Laboratory)を訪ねてきましたので、その時の印象を簡単に書かせていただきます。

正確にはNISTを訪ねる前の2日間はGinterさんにすっかりお世話になってしまいました。蒸し蟹やバーベキューの夕食に誘っていただいたり、メリーランド大学の研究室を案内してもらったり、また奥さんにはスミソニアン博物館等を案内してもらったりと至れり尽せりでした。大学ではGinterさんが受け持たれている1年生の化学の試験に立ち会いました。この時の試験問題を見せてもらいましたが、かなり易しいという印象を受けました。おそらく日本では高校生が習っている内容を少し高めた程度ではないかと思います。アメリカの学生は大学の間の実力をつけるとよく言われます。一体いつ逆転してしまうのでしょうか。私も4月から力学の講義を受け持つ予定だったのでこれには深い印象を受けました。

NISTでは日本から持参した試料の表面粗さの測定をVorburgerさんのグループの協力で行っていただきました。本当は同じ試料についてSTMとAFMの両方で測って比較したかったのですが、都合によりAFMだけで測ることになりました。AFMの測定を担当してくれたのは中国人研究者のFuさんでした。FuさんはAFM本体としてナノスコープのスタンドアローン型のものを使っていましたが、その試料とAFM本体を支える台に特徴がありました。直径約30cm厚さ約2cmの円板状の鉄の板を長さ約1mの3本のゴムの紐(ちょうど自転車の荷懸けに使うものと同じ)で3本の鉄製の支柱から吊しただけのものでした。これが優れた除震台になっているとのことですが(もっとも、これ全体は簡単な除震台の上に載っていますが)。Fuさんが熱心に測定を続けている間、関連しているグループの見学をさせていただきました。これはVorburgerさんがアレンジしてくれたものですが、30分毎にリレー式に次々と研究者が実験室を案内してくれました。NISTの特徴は、例えばAFMの場合、AFMそのものを新たに開発するよりは、既に企業が開発したものを購入してその適用範囲を広げる点にあると感じました。例えば極めて広い範囲を測定できるようにしたり、より精密に測定できるようにしたり、等々です。私はまた念願のNISTの小型放射光リングであるSURF IIを見ることができました。ビームラインには反射率計がありましたが、あいにく担当者がおらず、詳しいことは聞けませんでした。

LBLでは持参した多層膜の反射率の評価と稼働を始めたばかりのALSの見学です。多層膜の反射率測定はALSのビームではなく、レーザープラズマを光源にした反射率計を使い

ました。測定してくれたのはGulliksonさんです。ALSのCXRO (Center for X-Ray Optics) のビームラインには小池さんが設計した不等間隔平面回折格子分光器が設置されていました。このビームラインには大きな反射率計が据え付けられており、Gulliksonさんが調整中でした。光学素子評価専用ステーションとして位置付けられており、反射率計はずっと常設されるとのことでした。羨ましい限りです。反射率計の排気はクライオポンプで行い、15分で 10^{-6} Torr 台に入るそうです。試料交換はその度に真空を破ってするけれど時間的な損失は少ないと豪語していました。検出器は Si フォトダイオードでしたが、感度が足りない、電子増倍管のことを聞いてきたのには以外でした。反射率計の後ろには多層膜素子をベースにした軟X線偏光測定ユニットが付いていました。これは Kortright さんが開発したもので、彼自身学生と一緒にビームラインの偏光特性を評価しているところでした。当時リングの蓄積電流は最大で 400 mAで、その寿命は 8 時間でした。隣りの上流のビームラインでは X線顕微鏡のグループがさかんに測定を続けていました。

ALSにはリング担当の西村さんとCXROの小池さんの他に、その頃Fadleyさんのグループに阪大から来ていた大門さんがおり、研究の話以外に裏話も聞くことができました。時あたかも地下鉄サリン事件が発生し、ここでも大きく報道されていました。いよいよ東京も治安の面でアメリカ並になったかと Kortright さんに同情されてしまいました。

XEL'95報告

姫路工大高度研 木下博雄

XEL'95の主催団体である日本工業技術振興協会より、組織委員会の報告書の一部転載のお許しをいただきましたのでお届けいたします。

1995 International Workshop on X-ray and Extreme Ultraviolet Lithography (XEL'95)は、日本学術振興会および日本工業技術振興協会の主催により、1995年7月23日から26日の4日間、大阪市千里ライフサイエンスセンターにおいて開催された。内外10ヶ国から、予測を上回る計160名が参加し、活発な討論に終始して、成功を収めることができた。

本ワークショップは、X線リソグラフィおよび極端紫外光 (EUV) リソグラフィについて、最新の技術情報の交換、討議を行うことによって、技術の現状や重点的に取り組むべき課題を把握し、今後の技術開発のあるべき方向を探ることを目的として企画された。周知のように、半導体集積回路は、20年以上にわたり急速かつ着実な微細化・高集積化の進展を続け、マイクロエレクトロニクスの飛躍的な発展をもたらしてきた。さらに、高度情報化社会の実現に向け、超LSIの微細化・高集積化はますます重要性が増してきており、21世紀初頭にはギガビットスケールの超LSIの実現が期待されている。これを可能にするには、従来の光リソグラフィの単純な延長では困難が大きいため、各種の新しいリソグラフィ技術の研究開発が精力的に進められている。

本ワークショップでは、先ず、このようなデバイスの発展動向や、そのための各種の先端リソグラフィ技術の開発状況を総合的に概観し、X線リソグラフィの位置づけについて

理解を深めた。さらに、X線リソグラフィの各要素技術の現状に関し詳細に討論を行った。特に、実用化の鍵を握るマスク技術、ステッパ技術、および総合性能の到達水準を端的に表すデバイス製作による評価などに重点をおいた。また、0.1 μ m以下への拡張の可能性についても論じられた。

一方、EUVリソグラフィについては、日、米、欧それぞれにおける開発状況全般を概観し、その発展動向を把握した。さらに、重要な基盤要素技術であるEUV光源や集光技術を中心に、最新の研究成果について討論を行った。

最後に、本ワークショップの締めくくりとして、「X線リソグラフィを産業へ導入するための課題は何か？」と題してパネルディスカッションを行い、技術的課題に加え、国内および国際間の協調や標準化等の問題も視野にいれ、実用化を促進させるための条件について議論した。

以上の結果、技術の現状や問題の所在をよりの確に把握することができ、今後の開発戦略を検討する上で大変有意義であった。実用化を促進させるためには、さらに、技術開発の効率化やマスクの標準化等について、より具体的な方策を検討する必要がある、何らかの形で本ワークショップの成果を発展させていくことが期待される。

(XEL'95組織委員会報告書より抜粋)

VUV-11報告

東北大科研 渡辺 誠

X線結像光学ニューズレターのNo.1でお知らせしました第11回真空紫外放射物理学国際会議(VUV-11)は、立教大学の会場に約500人(国内:国外 \approx 2:1)の参加を得まして無事終了することができました。立教大学の方々、主催や後援をしていただきました学協会・財団および協賛していただきました多くの企業に厚くお礼申し上げます。立教大学は池袋の繁華街に非常に近く交通の便もよく、またその繁華街から想像もつかない程緑豊かで落ちついた雰囲気のある大学です。討論の場としてふさわしく、そして討論後のリラックスできる所がすぐ近くにあるという長所にめぐまれたすばらしい会場でした。

VUVの第1回目の会議は1962年にアメリカで開かれました。その頃の実験にはもっぱら放電管やX線管が光源として用いられておりました。放射光による研究の発表が出現したのは第2回目の1968年からです。従いまして、このVUVの会議は放射光による研究のみならず、電子線励起による発光、プラズマ、レーザー、天文学やまた生物学等の多くの分野を含んでいます。昨今、放射光による研究が非常に多くなり、放射光利用VUV会議のような印象をもたれているようですが、そうではありません。最後の総合講演でDa Silva氏が、放射光と真空紫外レーザーとの比較をし、その有利さを盛んに強調していました。このようにこの会議はVUVがキーワードであって、放射光がキーワードではありません。

毎日の会議は総合講演、口頭セッション、ポスターセッション、口頭セッションの順に構成されました。総合講演はY. Petroff (シンクロトロン放射分光学による物質科学)、

U. Heinzmann (原子・分子のスピ分解分光)、A. Kotani (固体における内殻スペクトルの理論)、B. P. Tonner (円偏光X線による磁区像の観察と吸収・光電子顕微鏡の他分野への応用)、D. P. Woodruff (エネルギー走査型光電子回折法による吸着分子の定量的な表面構造決定)、J. A. R. Samson (自由原子の多重イオン化)、J. E. Nordgren (90年代の軟X線発光分光)、L. B. Da Silva (軟X線レーザーの開発と応用)の8件でした。口頭セッションは伝統に従って原子・分子、固体・表面、装置・応用の三つに分れました。詳しい内容はプロシーディングスが今春 J. Electr. Spectr. Rel. Phenom. の特別号として発行されますので、そちらを御覧下さい。また、ダイジェスト版が日本放射光学会誌第8巻第5号(VUV-11特集号)にあります。ということで、ここでは極く簡単に印象を書いてみます。原子・分子では高分解能分光、方向が指定された原子・分子の光励起、光解離における多重コインシデンス等精密な実験が多くなってきました。固体・表面の分野でも光電子分光が高分解能でなされるようになり、またスピ分解の実験も日本からの発表が多かったせいか、随分ポピュラーになってきました。円偏光を用いた実験も盛んでした。軟X線発光の実験は最近始まったばかりですが、もうかなりの発表件数がありました。固体の分野で対象とする物質は希土類、遷移金属の化合物が非常に多いでしたが、やはり日本で開催したせいか古くから研究が行なわれてきたイオン結晶の研究も多く発表されました。

(この分野は日本、中国、ロシアの研究者が多かった。)表面研究の対象としては半導体界面が多く、又、有機物と金属の界面の研究もありました。応用に関して表面光化学というセッションを設けました。これはこれまでのVUVにはなくおそらく初めてのものです。半導体表面のエッチングや新物質の堆積など工業と結び付く研究であり、日本の寄与の大きい分野です。その他装置・応用では分光器、多層膜、顕微鏡、放射光ビームライン、プラズマ診断等の報告がありました。今回はアメリカで98年に開かれます。

ざっと言うと以上のような会議でした。X線結像光学の分野の方々には主に装置・応用の分野で活躍していただきました。どうもありがとうございました。

US-JAPAN WORKSHOP ON X-RAY OPTICS お知らせ

姫路工大高度研 木下博雄

1. 開催期間 平成8年11月12～14日
2. 場所 ホテルマウント富士(山梨県山中湖)
3. コーディネータ 米国: M. Ginter, M. Peckerer, 日本: 木下博雄、山本正樹
4. 主催 精密工学会分科会(X線光学懇談会)

前回はEUVL技術を中心として開催しましたが、今回はより幅広くX線光学全体として企画しています。

編集部 東北大学科学計測研究所 軟X線光学計測分野

〒980-77仙台市青葉区片平2-1-1 電話: 022-217-5376 FAX: 022-217-5379