

光学，産業応用セッション

福田 恵明 (キヤノン(株)ナノテク研究所)

木下 博雄 (姫路工業大学)

1. 会議の感想

参加者が600人を超える国際会議という大規模なものとなった。3年毎の開催であるにしても多くの着実な進歩と新しい着想に関する発表が聞けたことは喜ばしいことであった。開催地も歴史豊かな町であり、といて古く寂れたところのない国際会議開催の場所としてはたいへん適ったところであったと思う。……

それに対して会場選定に関しては、やや不満が感じられた。たとえばメインホールの広さに対して(広すぎた!)、並列のセッション会場であるレクチャールームは少し窮屈であった。また、ポスターの会場はある程度込んでいたほうが活気があるとはいえ、狭すぎたように思う。実際人息れが苦しく、取り外す寸前にしかいけなかった。ポスターに興味のあるものも多かったこともあり残念であった。

会議の運営は大変滑らかにいっていたようであり、関係者のご努力のたまものと感謝したい。

特別プログラムのSPRING-8見学会はことのほか(これがメインだったかもしれないが)参加者が多く、良かったと思う。それにしても直線にしかみえないベンディングマグネットなどにリングの大きさを改めて再認識させられた。(バーベキューの焼肉はとても美味でした。)

以下にいくつかの発表について、そのポイントと感想を記す。ただ筆者らの興味により大きく偏ったものであることをはじめにお断わりしておく。

2. Optics

Oral 9件 (5M)/4件 (6L)/5件 (8M),

Poster 54件 (5PA)/21件 (7PA)

分類にやや難があるとはいえ、この数字は驚くべきものだ。それだけ開発課題が多い難しい技術であるのか、やるべきことが明確になってきたというべきか。

– Graded X-RAY OPTICS FOR SYNCHROTRON RADIATION APPLICATIONS (5M01) (以下カッコ内は講演番号を示す)

Sil-xGex 合金結晶 2 keV 以上, W/Si スーパーミラー 5 keV-22 keV の発散性の入射光または結晶表面の温度勾配に対応できるブラッグ結晶の提案。

広帯域幅対応のバンドパスフィルターに有効と思われる。

– Soft X-ray multilayer beamsplitters (5M05)

Mo/Si 多層膜 27% 透過/反射, 同 45.3% 反射 5.6% 透過ビームスプリッターを実現。

– TRANSMISSION-MULTILAYER POLARIZERS FOR USE IN THE 55-90 eV REGION (5PA20)

Mo/Si 多層膜偏光子偏光度 95% 実現, 合金系の多層膜の設計 Al/YB6 で偏光度理論値で同じく 95% を得た。

2 件とも軟 X 線領域の計測 (特に偏光解析) に寄与の大きい光学素子の開発であり, 高精度計測技術の発展が期待できる。

– Characterization of substrates for use in x-ray

multilayers optics (5M07)

種々の手法による基板, 単層コーティング, 多層コーティング面の粗さ評価と, その比較をした。この種の技術は今後の軟 X 線領域の応用に当たって不可欠である。さらに体系的な計測技術の確率が望まれる。

- SIMPLE ALIGNMENT METHOD OF BEAM-LINE MIRRORS WITH USE OF AN EUV MULTILAYER POLARIZER (5M08)

SR 光の偏光面を精密に決定するため EUV 用の多層膜偏光子を用いる方法を提案した。

今までの第一振り分けミラー (M0) に起因する不正確さを取り除くことができる。

- MANUFACTURING ADVNCES IN LARGE GRAZING INCIDENCE OPTICS (5PA03)

(筆者の記憶では) 唯一の commercial な斜入射ミラーのベンダーの発表であった。

わが社を含めて国内・国外のミラーメーカーの講演が並ぶようにならないと実用化への道のりは長い。素材メーカー, 研磨会社, 計測器メーカーの努力と協力が必要であろう。

- X-RAY HOLOGRAPHY WITH ATOMIC RESOLUTION (6L05)

結晶からの蛍光 X 線によるホログラムで, 結晶の三次元的構造の情報が高分解能で得られる。有機物結晶のような複雑な構造をもつ分子結晶などの解析に有効となると喜ばしい。

3. Industrial Application

Oral 4件 (8L),

Poster 12件 (7PA)/1件 (PD30)

- At-wavelength Interferometer for EUV Lithography (8L02)

EUV リソグラフィの縮小光学系の At-wavelength でのアライメント技術について大きな発展がみられた。13 nm の波長光で PDI 干渉系を構築し, 光学系の波面収差を観測している。精度として 0.06 nm が得られており, 今後の放射光計測の実用性を明らかにした。

- SYNCHROTRON RADIATION DIRECT PHOTO-ETCHING OF POLYMER AND CRYSTAL FOR MICROMACHING (8L04)

放射光を用いた direct etching はすでにその可能性は明らかになっているが, この論文では PTFE 材料に照射し, 1.5 mm の厚さでアスペクト比が 50 以上の直接深彫加工を実現した。エッチング速度も 10-100 $\mu\text{m}/\text{min}$ と大きく取れており実用的な加工速度が得られている。ただし, 加工面粗さはまだ荒く, 今後の改善が必要と思われる。

今やシンクロトロンが X 線光源の代表的なものになってきているが, やはり民間企業レベルでの応用はなかなか難しい。総件数に対する工業利用の件数がそれを物語っている。

X 線リソグラフィを企業活動の一端として広げていきたいものの立場ではやや歯がゆいところもあるがこれは他者のせいにはできないと思う。今後も地道な研究の積重ねにより, X 線領域の光学技術の発展と応用のさらなる進展が進むことを期待したい。