

黒澤 宏 (教授)*)

A-1) 専門領域：レーザー工学、真空紫外光源の開発とその応用、非線形光学

A-2) 研究課題：

- a) 真空紫外光を用いた光CVDによる薄膜作成
- b) 新しい真空紫外光源の開発
- c) シンクロトロン放射光励起による半導体表面の構造変化
- d) ナノ領域非線形分光

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 誘電体バリヤ放電励起によるエキシマランプは、126 nm から 308 nm のUVからVUVの波長領域における新しい光源である。このランプを用いたCVD法で、Tetraethoxyorthosilicate ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$: TEOS) から酸化珪素 (SiO_2) 薄膜を室温で成長させることができる。UVSORを利用した吸収係数の測定、成膜速度の基板温度依存性及び波長依存性などを詳しく調べ、TEOSの光分解は気相中で起こっており、 SiO_2 分子の基板への衝突確率で成膜速度が制限されていることを明らかにした。さらに、 N_2O や O_2 ガスをTEOSに混ぜることで成膜速度が大幅に上昇し、さらに微細構造物上でも平坦な表面を作ることができることを明らかにした。
- b) 希ガスエキシマは真空紫外光源媒質として有望であり、電子ビーム励起によってレーザー発振が実現されている。一方、応用の立場から見れば、できるだけ希ガスハライド系と同じように放電励起で発振するものが望ましい。高気圧放電、希ガスクラスターの放電励起、誘電体バリヤ放電、キャピラリー放電などを利用して、希ガスエキシマの発光を観測し、レーザー発振の可能性を追求している。これらの中では、高気圧放電が最も有望である見通しが立っており、高効率予備放電、放電回路の最適化及び高反射率ミラーの開発が必要であることを明らかにした。
- c) 半導体表面構造を原子レベルで観測し、放射光照射による構造変化を観測するべく、BL - 4A2ビームラインの立ち上げ、およびその場観察を可能にする走査型トンネル顕微鏡を設置、整備した。InP や GaAs などの化合物半導体における表面反応を観測対象に研究を継続していく予定である。
- d) 短パルスレーザーを励起源として高次高調波発生を行い、近接場光学顕微鏡を用いてナノ領域における非線形光学特性を調べるべく、近接場光学顕微鏡の設計を行った。さらに、光源として利用するファイバーレーザーの整備も実施した。短パルスレーザーだけでなく、シンクロトロン放射光励起の蛍光観測なども実施する予定である。

B-1) 学術論文

K. KUROSAWA, P. R. HERMAN and W. SASAKI, "Radiation Effects of Vacuum Ultraviolet Lasers on Silica Glasses," *J. Photopolymer Sci. Tech.* **11**, 367-372 (1998).

N. TAKEZOE, A. YOKOTANI, K. KUROSAWA, W. SASAKI, T. IGARASHI and H. MATSUNO, "SiO₂ Thin Film Preparation Using Dielectric Barrier Discharge-Driven Excimer Lamps," *Appl. Surf. Sci.* **138-139**, 340-343 (1999).

K. KUROSAWA, P. R. HERMAN, E. Z. KURMAEV, S. N. SHAMIN, V. R. GALAKHOV, Y. TAKIGAWA, A. YOKOTANI, A. KAMEYAMA and W. SASAKI, "X-Ray Emission Spectroscopic Studies of Silicon Precipitation in Surface Layer of SiO₂ Induced by Argon Excimer Laser Irradiation," *Appl. Surf. Sci.* **126**, 83-91 (1998).

M. OHMUKAI, Y. TAKIGAWA and K. KUROSAWA, "Polycrystalline Silicon Precipitates on SiO₂ Using an Argon Excimer Laser," *Appl. Surf. Sci.* **137**, 78-82 (1999).

H. YAMASHITA, M. KATTO, S. OHNISHI, Y. KURIOKA, Y. TAKIGAWA, K. KUROSAWA, T. YAMANAKA and J. MIYAHARA, "Response Characteristics of Imaging Plate in UV Region," *Rev. Laser Engin.* **26**, 812-815 (1998).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

Y. TAKIGAWA, T. IMOTO, T. SAKAKIBARA and K. KUROSAWA, "Thermoelectric Properties of AgBiTe₂-Ag₂Te Composite," *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* **545**, 105-109 (1999).

K. KUROSAWA, N. TAKEZOE, H. NAYAGIDA, R. NOMURA and A. YOKOTANI, "SiO₂ Film Coatings With VUV Excimer Lamp CVD," *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* **555**, 167-172 (1999).

A. KAMEYAMA, A. YOKOTANI and K. KUROSAWA, "Large second-order optical nonlinearity in thermally poled high purity silica glass," *Conf. Lasers and Electro-Optics* (May, 1999).

S. KUBODERA, J. KAWANAKA, A. YOKOTANI, K. KUROSAWA and W. SASAKI, "Ar excimer emission excited from clusters," *1999 Opt. Soc. of America Annual Meeting* (Sep. 1999).

A. KAMEYAMA, A. YOKOTANI and K. KUROSAWA, "Large second-order optical nonlinearity in thermally poled high purity silica glass," *1999 Opt. Soc. of America Annual Meeting* (Sep. 1999).

A. YOKOTANI, N. TAKEZOE, K. KUROSAWA and W. SASAKI, "A new scheme for silica-film coating using a dielectric barrier discharge driven excimer lamp," *1999 Opt. Soc. of America Annual Meeting* (Sep. 1999).

B-3) 総説, 著書

W. SASAKI, K. KUROSAWA, S. KUBODERA and J. KAWANAKA, "The State of the Art of Rare Gas Excimer Lasers and Lamps as a Light Source For Giga-Bit Lithography," *J. Photopolymer Sci. Tech.* **11**, 361-366 (1998).

N. TAKEZOE, A. YOKOTANI and K. KUROSAWA, "Thin Film Preparation Using Vacuum Ultraviolet Rare Gas Excimer Lamps," *Hyomen Kagaku* **20**, 402-406 (1999) (in Japanese).

黒澤 宏, 「レーザー基礎の基礎」, オプトロニクス社 (1999).

黒澤 宏、竹添法隆、柳田英明、横谷篤至, 「真空紫外光CVDによる薄膜作成」, レーザー学会研究会報告 No.RTM-99-32, 1-6 (1999).

B-6) 学会および社会的活動

学会の組織委員

第 13 回日本放射光学会年会実行委員長, 組織委員およびプログラム委員(1999-).

第 20 回レーザー学会年会プログラム副委員長および実行委員(1999-).

B-7) 他大学での講義、客員

宮崎大学工学研究科, 「光量子工学」, 1999年6月27日 - 30日.

C) 研究活動の課題と展望

光の応用・実用から見れば真空紫外領域は未開拓の分野であり, 光源の開発とそれを使った応用の両面からの研究が必要である。最近, エキシマランプが開発されるにいたって, ますます応用分野の広がりを見せている中, 半導体用絶縁膜や光学素子の反射防止・損傷防止膜を室温でやさしく形成する技術の開発を行っており, 産業界に浸透していくことは時間の問題であろう。このような状況にあって, 光反応の基礎過程を明らかにすることが研究者に課せられていると考えている。さらに, エレクトロニクスデバイスやフォトニクスデバイスに新しい現象を付加するナノ構造の作成と評価の技術確立を目指した研究の必要性が叫ばれている現在, シンクロトロン放射光やフェムト秒レーザーと自由電子レーザーなどの新しい光源を利用した新しい技術の開発を目標に研究活動を実施するつもりである。また, 近接場光学顕微鏡の出現で, ナノ領域を研究対象にすることが可能となり, 今までに培ってきた非線形光学の研究対象をナノ空間領域に適用した研究を実施したい。

*) 1999年4月1日着任