

# LASER

ISSN 0914-9805



Institute for Laser Technology

レーザー・クロス

# CROSS

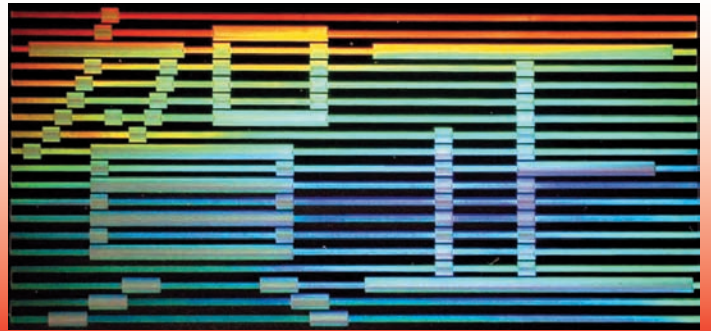
2004, Jan.

No. 190

## CONTENTS

- レーザー技術総合研究所職員一同
- 【謹賀新年】天は自ら助くるものを助く
- 極端紫外光シンポジウム開催される
  - 82の研究機関、企業から計180名の研究者が出席 -
- (有)オプトエレクトロニクスラボラトリのご紹介
- パワーフォトンクスに関することならならおまかせ下さい。

【写真】フェムト秒レーザーで作成したナノ構造による文字



【写真】  
レーザー技術総合研究所  
職員一同



# 謹賀新年

## 天は自ら助くるものを助く

(財)レーザー技術総合研究所所長 山中千代衛

平成16年甲申(きのえさる)の歳を迎え、年の初めにあたり一年の計をしっかりと立てたいものである。わが国の景気も過去10年の不況をようやく克服するかの光が見え、人々のなお一層の努力が求められている。旧年の総選挙で自民と民主の二大政党時代への展望が開け、21世紀における日本の復活が期待されている。

1990年代の経済バブルの崩壊以来、国を挙げてグローバリゼーションという流れに翻弄されてきた。わが国の政治、経済、金融、産業、文化、教育などあらゆるところでわが国固有の長所が無反省に破棄され、アメリカ流の手法が金科玉条のように流入し、グローバル化がすすんでいる。

しかし昨今のイラク戦争を見ると、アメリカの力を中心とする政策が破綻し、ブッシュ政権は解決の糸口が探り難い泥沼化した状態に直面している。もっと歴史に学び慎重かつ賢明な手法がとられるべきものと反省せざるを得ないのである。民族にはそれぞれ固有の思考方式があるのだ。

ところでわが国も自らの歴史と伝統に則った大和ぶりの醇風美俗を想起し、その上で新しい国際化の流儀を取り入れる才覚が必要である。

わがレーザー技術総合研究所も時代の風を受け次の5ヵ年に向けて改革推進の時機を迎えている。時宜に即した研究テーマを選定することが何よりも肝要であり、また大切なことは産業界、地方、国の期待する研究を展開し、研究資金を確保することである。この線に向けて研究所員全員のさらなる意識改革が求められる。われわれはまずしっかりと一年の計を策定し、さらに5年先を見通した自己開発のプランを持たねばならない。自らのロードマップと里程標を心に刻んでほしいものだ。このことはいくら強調しても強調しすぎということはないのである。

「天は自ら助くるものを助く」は個人においても国においても全く同じである。

申年はあれるという託宣がある。夢油断は禁物だ。



## 第2回 EUVL symposium 会議報告 NO.2

## 極端紫外光シンポジウム開催される

- 82の研究機関、企業から計180名の研究者が出席 -

レーザービーム伝送研究チーム 砂原 淳

ベルギー第2の都市アントワープで開催



次世代半導体リソグラフィのための極端紫外光シンポジウム (Symposium of Extreme Ultra-Violet for Lithography, EUVL) が去る9月28日から10月2日までベルギー第2の都市アントワープで開

かれた。会場となったヒルトンホテルは「フランダースの犬」の物語の舞台としても有名なアントワープ大聖堂に隣接し、欧州の歴史や文化をじかに感じる事の出来る場所であった。シンポジウムの最初の2日間は光源開発に関するワークショップが開かれ、82の研究機関、企業から計180名の研究者が出席した。後半3日間は光源開発に加え、マスク技術、レジスト技術、装置、不純物、計測学の各セッションを含む半導体リソグラフィ全般にわたる議論が行われ、計354名の参加者があった。当研究所からも2名、阪大レーザー研を含め10名以上が参加し、光源開発に関する研究発表と議論を行った。

研究の方向性を確認

当研究所のEUV光源開発研究プロジェクトは本年度からスタートし、レーザープラズマによるEUV光源開発を進め、リソグラフィの実用機設計へ向けて要求されるEUV光出力やレーザーからの効率向上、デブリ対策についての指針を出すように求められている。世界的にはすでに10年以上の研究の歴史が進められている中でわれわれは後発であるが、実験と理論シミュレーション相互の検証による物理的なモデリングを中心としたわれわれの研究方針が間違っていないという実感を得ることが出来た。

スズかキセノンか

ターゲットとなる物質については13.5nm 極端紫外線域に線スペクトルを持つことからスズとキセノンが注目されている。それぞれの原子過程や放電プラズマ、レーザープラズマのそれぞれの方式での実験、理論シミュレーション結果、計測法が議論された。13.5nm 極端紫外線への変換効率は各実験結果にばらつきがあるものの、レーザープラズマ方式によりキセノンでおおむね1%、スズで2%程度が得られている(13.5nmの波長の2%バンド幅内で立体角2あたりの値)。この値は理論的な予想よりもまだ低く、さらなる効率向上が期待される。キセノンに比べるとスズの変換効率は高いが、デブリ問題がより深刻

になる。そのためデブリ改善策としてMass limited target等の可能性も討論、米国中央フロリダ大学のM.Richardson博士によるスズの液滴ターゲットが注目された。ここでは液滴にレーザーを照射する際の照射精度、液滴の安定性等が重要である。原子過程に関してはキセノンでConfiguration interactionの効果が重要であること、キセノンよりさらに難しいスズのモデリングについて議論された。

スズの場合には35eV程度が最適か

アイルランドのSullivan博士によるUnresolved Transition Array (UTA)モデルに基づく原子過程計算13.5nmのEUV光に対する多層膜反射鏡の反射率等の効率を包括的に考慮した最適化の研究ではスズの場合に35eV程度が最適であるということであったが、13.5nmの発光に関する最適温度については統一認識を得るにはいまだに至っていない。さらなる原子過程の詳細なモデリングが今後期待される場所である。ターゲット物質の選択ではキセノンに比べ、スズの方が高効率でEUV光を発生できるポテンシャルを持つとの共通認識はあるが、現時点ではまだ選択の答えは出ていない。

レーザープラズマ数値シミュレーション

プラズマの数値シミュレーションに関して、今回われわれは光源プラズマのモデリングのために、1次元流体コードを開発し、スズについて(n,l)スプリットを考慮した原子過程を用いてEUV光の発生の計算結果を発表した。数値シミュレーションに際して原子過程が重要であることは間違いないが、レーザーでプラズマ生成して13.5nmのEUV光を得るまでのエネルギー輸送、プラズマ流体のダイナミクスは実験が進行するにつれて今後さらに重要になり、高精度が求められると思われる。どのような密度温度のプラズマ状態であるかを評価することは実験解析上も必要不可欠な情報である。現状では当研究所を含め、ほとんどのレーザー生成プラズマについて同様の1次元コードで解析がすすめられているが、キセノンジェットにレーザーを側面から照射する実験については、今後多次元コードが必要であるかもしれない。また、会議を通じて数値シミュレーションと実験との比較検討がまだ十分になされていないという印象を受けた。これは今後の重要な課題と思われる。

次回2004年は宮崎で開催

次回のEUVLシンポジウムは2004年11月に日本の宮崎で開催される。

一年後のシンポジウムに向けてわれわれの研究を進めて存在感を示すことが出来るように、プロジェクトの一員としての責任を改めて認識した次第である。

(有)オプトエレクトロニクスラボラトリのご紹介

# パワーフォトンクスに関することならならおまかせ下さい。

(財)レーザー技術総合研究所 常務理事 **中塚正大**

大学や公的研究機関の研究成果を産業界に持ち込む活動が、研究者の責務と言われるようになって久しい。レーザー技術総合研究所とレーザー核融合研究センターの4人の研究者により、研究成果を企業化する組織として(有)オプトエレクトロニクスラボラトリ(略称オプトラボ、OEL)が2000年12月に発足しました。会社代表は山中研出身の和田弘名・帝塚山大学教授にお願いしており、企業人OBや公認会計士などによる助言も受けて活動を始めています。

会社の仕事内容は企業定款により「1. レーザー技術およびオプトエレクトロニクス技術の研究、調査、コンサルティング、人材養成、人材派遣、技術普及、セミナーの開催、図書の出版、2. レーザー装置、光学機器、並びにそれらの周辺機器の設計、開発、製造、販売、3. コンピューターソフトウェアの設計、開発、製造、販売」となっています。

何でも来いではありますが、今のところソフトウェア販売と非線形光学技術の販売が主で、研究機関からの人材派遣要請にも応えています。同社にとっては開発成果の商品化と、長い研究で培った研究人脈や研究ノウハウが命で、パワーフォトンクスに関して世間のお仕事でお手伝いできることは何でも取り組みたいと考えています。

レーザー研の研究成果の商品として、パラメーター設定の簡単な波動光学によるレーザーシステム光学設計コード(商品名: LOCCO, Laser Optics Calculation COde)があります。これは激光XII号システム設計用として開発されたコードを基礎として、パラメーター設定用Window-typeの画面、計算可能な光学素子(12種類以上)の選択・連結の簡単化、計算メッシュの自動設定、複雑な波動計算における数値的発散の完全な抑制、多様な入出力データ処理機能などを持たせたものであります。取り扱い説明書や計算例集もお分けできます。部分コヒーレント光の取り扱いや群速度分散を考慮したフェムト秒パルス計算などカスタム仕様の追加も検討できます。光学システム開発や光学教育にきわめて有用ですのでぜひお試し下さい。

液体・固体の位相共役鏡(非線形光学実験用セル)は一部が阪大レーザー研・研究者の特許です。阪大レーザー研、原研那珂研、関西研などにおいて高平均出力装置への適用実績を積みました。パルス仕様レーザーにおける熱問題改善効果はびっくりするほど大で、大抵の装置は出力とビーム品質(集光性)がそれぞれ4倍程度向上します。阪大と原研の共同研究でJT60Uのプラズマ診断用レーザー装置は初期性能、1.5J/20ns, 30Hz/45Wから改造され、最終性能7J/20ns, 50Hz/350Wのシステムに生まれ変わりました。原子力研究所関西研のLD励起スラブレザーでもこの方式で単機360Wシステムが実現されています。

今後の開発予定は、波形歪のない効率的超短パルス波長変換素子、各種キノフォルム素子、マイクロチップレーザー、位相共役鏡搭載レーザーシステム、新規レーザー材料による広帯域レーザー、超短パルスファイバーレーザーなど、いろいろと検討されています。各種の特殊光学素子の注文や試作も受けています。

レーザー技術総合研究所と関連した研究課題としては、太陽励起レーザーシステム開発の研究や非線形光学の産業応用研究に共同で取り組んでいます。

企業活動の経験が少ないため情宣活動は遅れています。どうも学者集団だけでは頭でっかちでなかなか手足が動きませんが、本記事が出る頃にはホームページ(<http://www.optolab.co.jp>)も立ち上げます。企業活動の芯は新規性と市場性(進歩性)のある研究開発とその成果の商品化であります。企業化のための筋のいい研究成果(特許の商品化)を目指しています。よく言われることですが「ひと、もの、かね」のバランスある展開能力を持たなければなりません。

つきましては開発テーマをお持ちの方、研究委託先や研究人材を探しておられる方、またパワーフォトンクスへのご出資など、様々なご相談にお答え致しますので、お気軽に私まで連絡をください。(info@optolab.co.jp)