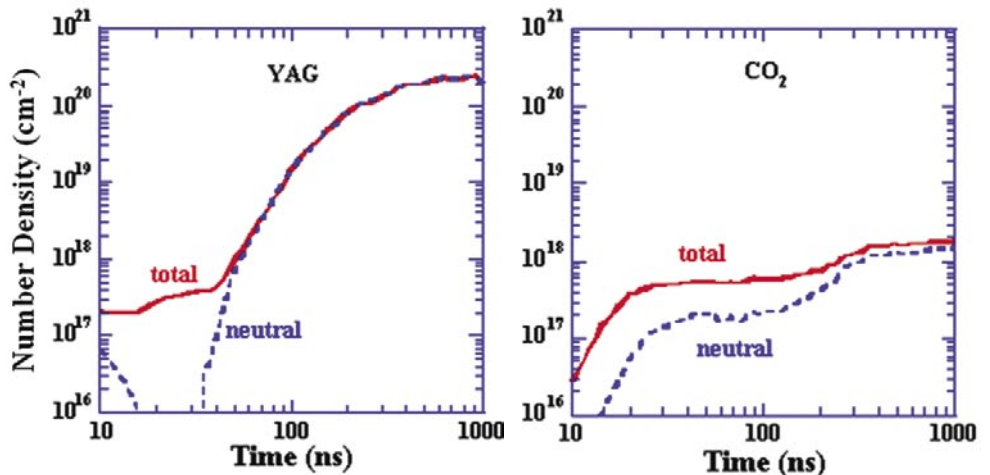


CONTENTS

- 極端紫外(EUV)光源におけるデブリ発生の評価
- レーザー核融合炉壁材料に関する実験的研究
- 【光と蔭】阪大レーザー研創立35周年祝賀会開催
- 新製品 マイクロチップ固体レーザー

錫ターゲットにレーザーを照射した場合のデブリ発生量の時間発展
【左図】Nd:YAGレーザー照射時
【右図】CO₂ レーザー照射時



極端紫外(EUV)光源におけるデブリ発生の評価

理論・シミュレーションチーム 古河裕之

■ 錫ターゲットを用いた場合のEUV光源開発の課題

EUV 光源の実用化においては、大きく分けて以下の4つの課題が挙げられる。

- 1) 高いEUV 光出力を達成する。
- 2) 長寿命の光源を開発する。
- 3) ターゲットの供給技術を実現する。
- 4) 低コスト化をはかる。

レーザー総研では、高いEUV 光出力を達成するためのパラメーターの最適化を中心に研究を行ってきた。文科省リーディング・プロジェクトが始まった当初は、Nd:YAGレーザーを用いた光源開発研究が主流であったが、岡田等(九州大学)のCO₂レーザー照射実験と、砂原(レーザー総研)等の錫ターゲットにCO₂レーザー照射のシミュレーションに端を発し、CO₂レーザーによる光源開発研究が、文科省リーディング・プロジェクト及び経産省のプロジェクト等で盛んに行われるよ

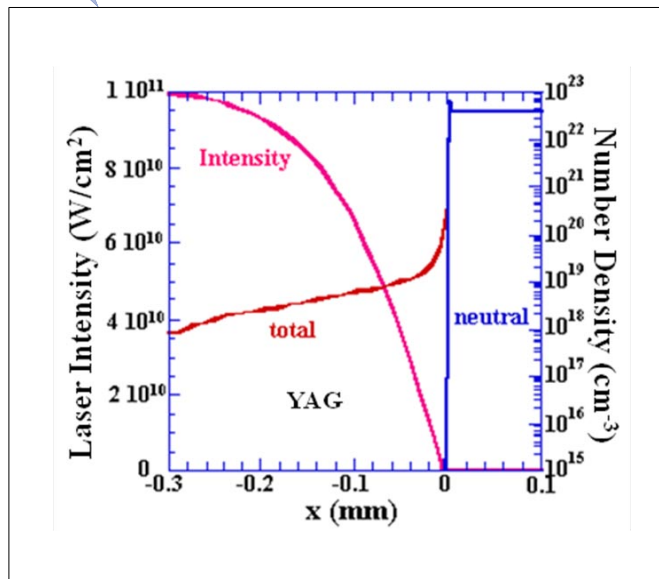
うになった。高いEUV 光出力を達成するためには、CO₂レーザーを用いる方がNd:YAGレーザーを用いる場合よりも有利である。

デブリ発生に関しても、錫ターゲット+CO₂ レーザー方式の場合、Nd:YAGレーザーを用いた場合に比較しデブリの発生量が極めて低くなる。

■ CO₂レーザーの場合、Nd:YAGレーザーの場合と比べ、大幅にデブリが低減される

平板の錫ターゲットにNd:YAGレーザーを照射した場合とCO₂ レーザーを照射した場合において、レーザーの照射される方向(集光ミラーの方向)に放出されるデブリ量に関して、理論的定量的に評価を行った。図1は、平板の錫ターゲットに照射強度10¹¹ W/cm²、パルス幅 15 nsのNd:YAGレーザーを照射した場合の、レーザー強度分布、全デブリの空間分布、中性粒子デブリの空間分布、図2は同じ照射強度10¹¹ W/cm²、同じパルス幅15 nsのCO₂レーザーを照射した場合の、レ

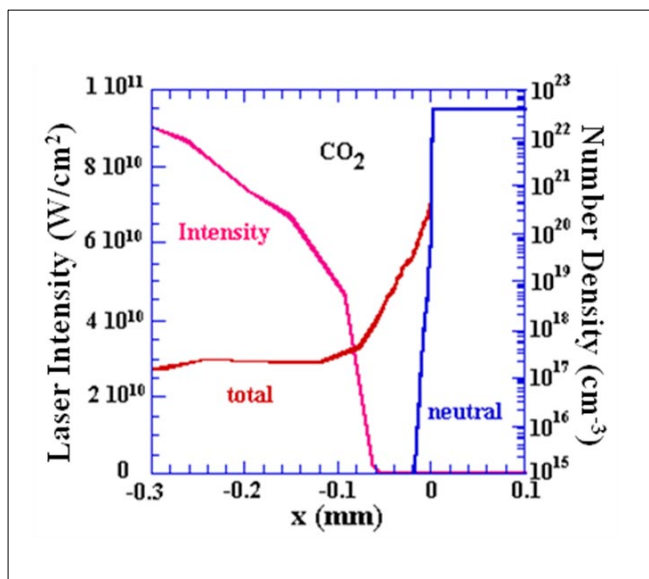
次ページへつづく▶



【図1】平板の錫ターゲットにNd:YAGレーザーを照射した場合の、レーザー強度、全デブリ、及び中性粒子デブリの空間分布

レーザー強度分布、全デブリの空間分布、中性粒子デブリの空間分布である。図1、図2とも、左側から右側に向かってレーザーが照射されている。図1及び図2から分かるように、CO₂ レーザーの方が、よりコロナプラズマの表面で吸収されている。また全デブリの数密度もCO₂ レーザーの場合の方が低く、CO₂ レーザーの場合の方がよりデブリ量が少なくなることを示唆する結果である。

表紙図は、平板の錫ターゲットにNd:YAGレーザーを照射した場合とCO₂レーザーを照射した場合の、全粒子デブリ及び中性粒子デブリの数密度の時間発展で



【図2】平板の錫ターゲットにCO₂レーザーを照射した場合の、レーザー強度、全デブリ、及び中性粒子デブリの空間分布

ある。CO₂レーザーの場合、Nd:YAGレーザーの場合と比べ大幅にデブリ粒子数密度が低減されている。本結果は、技術研究組合 極端紫外線露光システム技術開発機構(EUVA)等で行われている実験結果と定性的、定量的に良い一致を示している。

■今後の課題

今後は錫平板ターゲットの場合のみでなく、錫ドロレット、錫パンチアウトターゲットの場合なども、理論的定量的に評価を行い、デブリ発生観点からの最小質量ターゲットの最適化を図る。

レーザー核融合炉壁材料に関する実験的研究

特別研究員 糟谷紘一

■2007年12月より特別研究員に就任

著者の糟谷は、2007年12月からレーザー総研の特別研究員に就任させていただいた。主研究テーマは「レーザー及び荷電粒子ビームを用いた新しい材料開発」である。そこで以下には、これまで東京工業大学等で行ってきた「核融合炉材料開発」関連研究中をさらに進めたい部分について記述する。

■ビーム照射による、レーザー核融合炉壁材料の挙動の解明

レーザー核融合炉工学における重要課題の一つとして、プラズマが照射された際の壁材料の挙動に関する研究が挙げられる。既存の関連研究の中に、高フラックス電子ビーム装置とイオンビームの双方を持つ研究所は殆ど見当たらない。そこで本研究において、同一サンプルを用いて、電子ビーム装置による照射とイオ

ンビーム装置による照射を個別に行い、複合照射の模擬実験を行う準備を進めている。

方法論的には、どちらの照射を先に行うかにより、結果が異なることが予想されるので、まずは、電子ビーム照射を先に行い、照射後のサンプルを、イオンビームにより照射し、両照射後のサンプル表面の状態を詳細に計測する。その後、イオンビーム照射の後に電子

ビーム照射を行うサンプルの同様な測定も実施する。照射前及び、片方のビームのみの照射による結果も取り揃え、あわせて、全体結果の比較検討を行う。

■関連分野の国内外の動向と本研究の必要性

高フラックス電子ビームによる照射は、欧州や日本の研究グループにより数年程以前から継続されており、グラファイトやタングステンなどを含む諸材料の

山中千代衛



……136

阪大レーザー研創立35周年祝賀会開催

光陰矢の如しの譬え通り月日のたつのは速いもので、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターは平成19年創立35周年を迎えた。昭和57年に10

周年を祝い、平成4年に盛大に20周年を慶祝して以来どうしたことが、30周年の節目には祝賀行事を催す機会に恵まれなかった。

昭和47年大阪大学工学部附属レーザー工学研究施設が発足し、4年後には大阪大学付置レーザー核融合研究センター8部門に発展した。わが国の慣性核融合研究を一手に引受け、世界的にも著名なレーザー核融合研究センターとしてILE-Osakaの名を欲しいままにしてきた。

80年代の栄光の時代を経て90年代バブル崩壊の余波を受け低迷したが、2000年代に入り新着想高速点火の発見と共にEUV研究をバネに再び成長を産み出した。平成16年には超伝導フォトニクス研究センターと合併し、エネルギー学研究センターと改名し全国共同利用研究センターとなった経緯がある。

(財)レーザー技術総合研究所(ILT)は昭和62年ILEのレーザー技術を産業社会にスピノフするため設立したが、昨年20周年を迎え記念祝賀を行った。この間5年毎の節目に記念行事を開催してきた。平成4年大阪国際ホテル、平成9年大阪リッツカールトンホテル、平成14年大阪千里ライフサイエンスセンター、平成19年大阪千里阪急ホテルという次第である。

研究という営みにはこの30年にわたる経験からして、天の時、地の利、人の和が極めて大切なことが分かる。天の時とは、1973年と1978年の2回も吹いた石油ショックという追風である。政府も福田イニシアティブにより核融合研究にドライブをかけた。大阪万博が1970年に開催されその跡地に大阪大学が移転したのはまさに地の利そのものであった。あとは人の和である。

人脈を形成し、研究組織を組上げ、インセンティブを図るにはメンバー間のコミュニケーションの確保が不可欠である。ILTが5年毎に目標を確かめ記念行事を持ったのもまさにこのためである。この度久方振りに関係者、同窓、相集まる機会が設定されてILEの伝統と成果と希望を再確認することが出来た。

元々ILEの同窓会泰山会の集まりを提言したのであるが、関係者の努力でさらに大きくレーザー研創基と名付けた祝賀行事に発展した。150名を越す方々が全国から参集され、講演会では豊田浩一、佐々木孝友、藤田雅之の諸君が日頃の蘊蓄を披露してくれた。

筆者の希望した目的はお蔭様で何とか達成された。遠来の方々には祝賀の印に泰山会の記念品としてILT製のCDを進呈した。参会の皆様には厚く感謝申し上げる次第である。

終わりに、一点だけ勘違を指摘したい。

創基という聞き慣れぬ言葉は鷺田総長の造語であるが、これは大阪大学の源流を緒方洪庵の適塾とか町人教育の懐徳堂にセットするための論理の綾なのだ。レーザー核融合研究を本来の面目とする阪大レーザー研にはそのような修飾すべきギャップはない。ILEの伝統は綿々として連なっている。

【(財)レーザー技術総合研究所 研究所長】

試験結果が開示されている。これらに対して、イオン（プラズマ）ビームによる研究は、ほとんど見当たらず、至急に開始する必要がある。本研究において使用予定のイオンビームは、短時間幅のパルス動作をするものであり、レーザー核融合炉壁模擬実験に適していると考えられる。

■今後の実施計画

高熱負荷装置を用いて、表面処理後のグラファイトやタングステンなどの表面照射を行う。材料表面の照射前後の変化の計測が容易にできるようにするため、照射なしの完全マスキングはもとより照射強度にグレーディングをかけられるように設定を行う。すなわ

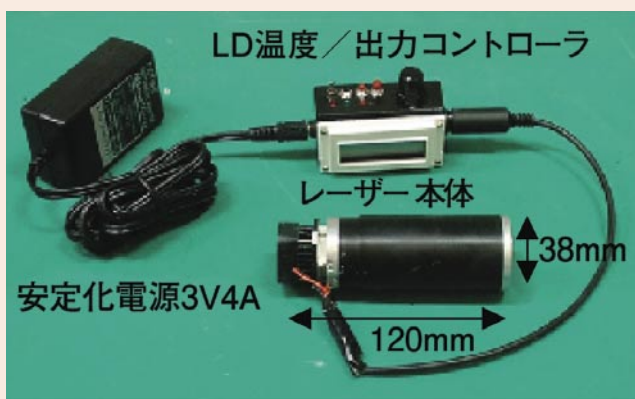
ち、一度の照射で、材料表面の場所毎に異なる総熱入力を実現できるようにする。

次に、照射前及び照射後の表面損耗量や表面状態変化を、各種の顕微鏡や組成測定装置で計測する。使用予定測定装置は、レーザー表面プロファイラー、通常光及びレーザー顕微鏡、X線蛍光分析装置などである。

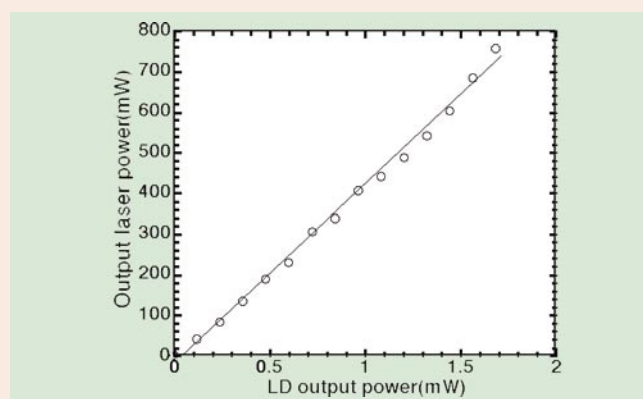
さらに、上記の材料サンプルに高フラックスイオン（プロトン）ビーム照射を行い、表面計測を実施する。

レーザー総研にて先行して進められている、レーザー核融合炉壁のアブレーションのシミュレーション結果とも、詳細な比較検討を行う。

新製品 マイクロチップ[®]固体レーザー



製品写真



レーザー出力特性

- 性能:** レーザー媒質 Nd:YAG結晶
 中心波長 1064nm
 出力 CWモード > 500 mW TEM₀₀ ガウスビーム
 パルスモード > 400 mW 繰り返し ~ 100 kHz 過飽和吸収体の低フルーエンス時透過率 90 %
 > 200 mW 繰り返し ~ 20 kHz 過飽和吸収体の低フルーエンス時透過率 70 %
 本体寸法 38 mm^φ x 120 mm
 電源 入力 AC 100V、出力 3V,4A
 レーザーダイオードの温度制御機能付
- 応用:** 各種計測光源、干渉光源、アラインメント用、加工(色付き材料穴開け、マーキング)、教育実習用
- 納入実績:** 大阪大学、東京大学、(財)レーザー技術総合研究所

本製品では、高ビーム品質に加え、コンパクトで持ち運びの容易さを実現しました。詳細については、ホームページをご参照下さい。



(有)オプトエレクトロニクスラボラトリ

E-Mail ; info@optolab.co.jp

URL ; http://www.optolab.co.jp/