

Application News

No. V20

高速度ビデオカメラ
High-Speed Video Camera

レーザーアブレーションの高速度撮影

High Speed Imaging for Laser Ablation

はじめに

Introduction

レーザーアブレーションとは、固体の表面にレーザー光を照射し、その照射強度がある閾値以上であるとき、プラズマの発生とともに固体表面の物質が放出される現象のことをいいます。レーザーアブレーションは加工、医療、材料作製など、多くの分野で利用されています。例えば、加工に関しては、QスイッチYAGレーザーによる電子部品の加工やエキシマレーザーによるプラスチックやセラミックスの微細加工があげられます。医療分野に関しては、ArFレーザーを用いた角膜の屈折矯正手術があります。材料作製に関しては、薄膜作製装置に利用されています。特にレーザーアブレーションによる薄膜作製は、大量生産には向いていないものの、ターゲット（固体表面）と同じ組成比の薄膜を容易に作れる点や膜厚の変更が容易である点から広く利用されています。アブレーションによって放出される物質（ブルーム）を観察し、レーザーアブレーションブルームの挙動を解明することは、成膜条件の最適化や薄膜開発につながります。そのため、高速度ビデオカメラによるアブレーションブルームの観察は重要であると考えられます。今回は、高速度ビデオカメラ HPV-X2 を用いて、AZO（透明電極材）をターゲットにレーザーアブレーションブルームを観察しました。

F. Yano

実験装置

Experimental Method

薄膜作製装置は、アブレーション用のレーザーと真空チャンバから構成されます。ターゲットにレーザー光を照射し、上方の基板に成膜します。実験装置全体の様子、真空チャンバと HPV-X2、ターゲットの様子をそれぞれ Fig. 1 に示します。ターゲットは同じ位置のみがアブレーションされるのを防ぐため、回転機構が設けてあります。レーザー発振のタイミングを撮影のトリガにしました。Table 1 に撮影器具を示します。

測定結果

Measurement Results

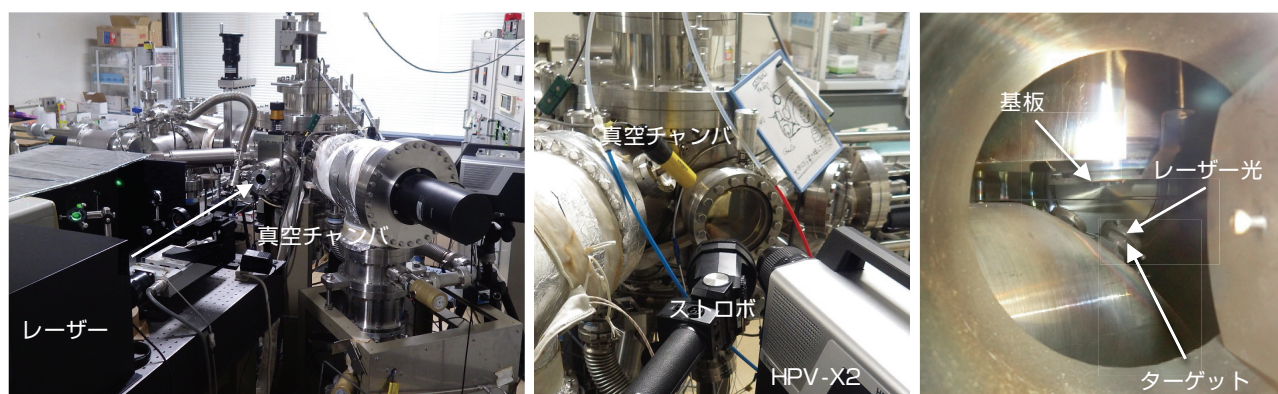
Table 2 に撮影条件を示します。撮影画像を Fig. 2 に示します。Fig. 2 の画像②においてレーザーが照射されました。照射部は画像②の矢印部です。その後、アブレーションが起き、アブレーションブルームがターゲットに対して垂直方向に移動していき、ブルームの発光強度が弱くなっていく様子がわかります。

Table 1 撮影器具
Imaging Equipments

高速度ビデオカメラ	: HPV-X2
レンズ	: 105 mmマクロレンズ
照明	: ストロボ

Table 2 撮影条件
Measurement Condition

撮影速度	: 1000万コマ/sec
------	---------------



実験装置全体の様子 (左), 真空チャンバと HPV-X2 (中央), ターゲットの様子 (右)

Fig. 1 試験の様子
Experimental Equipments

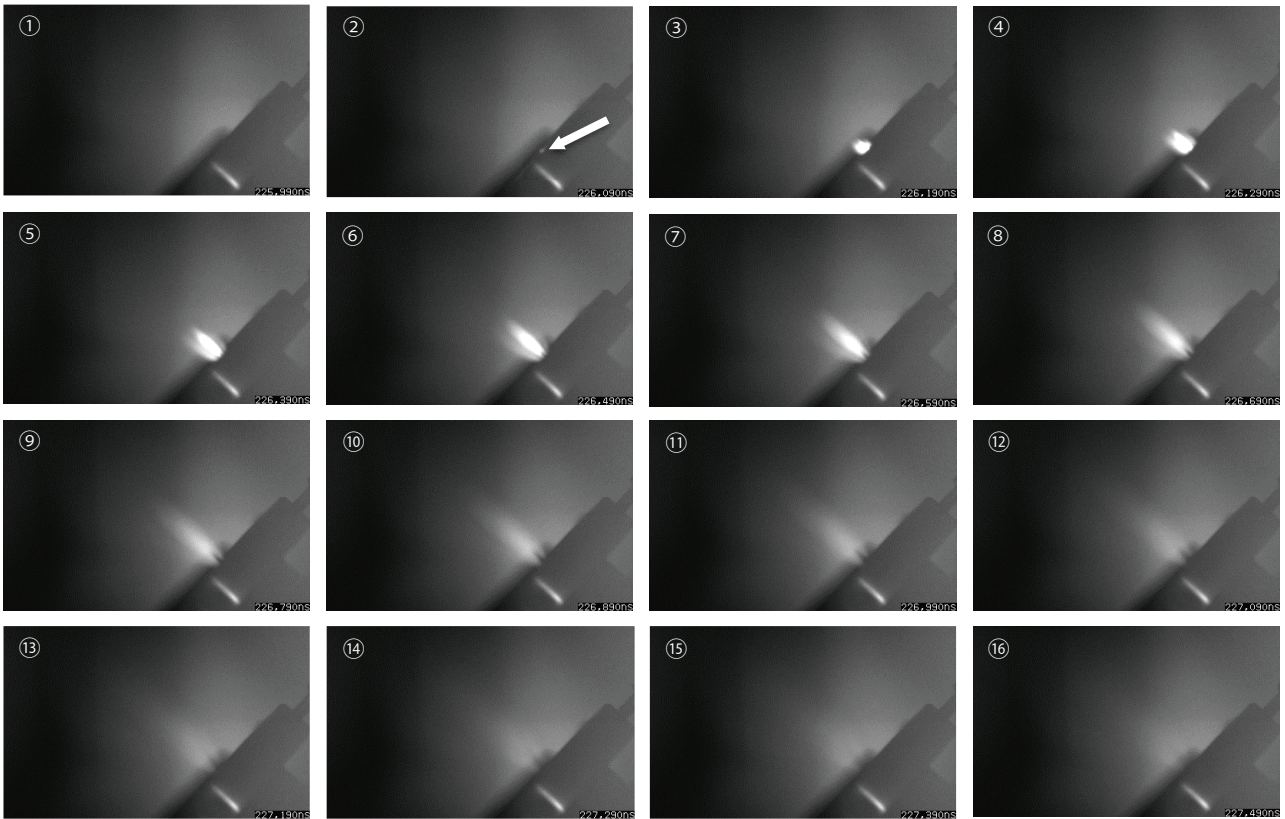


Fig. 2 撮影画像 (画像間の時間間隔は 100 nsec)
High Speed Images (Interval of images: 100 nsec)

データ提供：京都大学田部研究室

Fig. 3 にターゲットからの距離とターゲットから垂直方向の輝度の関係を示します。この輝度は画像②～画像⑬のそれぞれの輝度から画像①の輝度（レーザー照射前）を引いたものになります。Fig. 3 よりアブレーションプラームの広がり方がわかります。また、画像間が 100 nsec であることを考慮すると、レーザーアブレーションプラームの速度を求めることができます。

※アブレーション全体を撮影するために絞りを開いたため、画像③～画像⑦の一部がハレーションを起こしています。

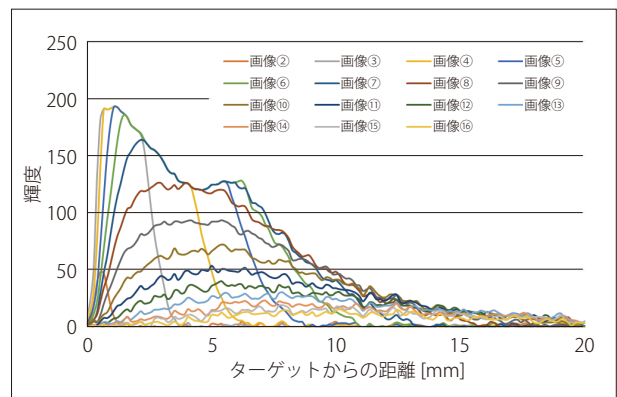


Fig. 3 レーザーアブレーションプラームの輝度
Brightness for Laser Ablation Plume

■おわりに Conclusion

レーザーアブレーションは非常に高速な現象ですが、最高撮影速度 1000 万コマ/sec の HPV-X2 を使用することで、その様子を詳細に撮影することができます。また、真空チャンバ内の撮影は光が届きにくく、従来機 (HPV-X) では光量不足により撮影できませんでした。今回開発された高速度ビデオカメラ (HPV-X2) は、従来機の 6 倍以上の感度を有するため、アブレーションの撮影を良好に行うことができました。