

高空間分解軟 X 線反射率イメージングによる アブレーションダイナミクスの観測と軟 X 線顕微手法の開発

Observation of Laser Ablation Dynamics and Development of Soft X-ray Microscopy

富田 卓朗

江山 剛史

柿本 直也

Takuro Tomita

Takeshi Eyama

Naoya Kakimoto

徳島大学

(概要)

これまでに開発されてきた軟 X 線顕微鏡装置の軟 X 線光学系の像拡大倍率を増大させることで高空間分解計測手法を確立し、フェムト秒レーザーアブレーションの観測を行う。また、本装置を用いてタングステンにおけるアブレーションダイナミクスの詳細な計測を行い、フェムト秒レーザーアブレーション機構の理解を目指す。

キーワード： X 線レーザー フェムト秒レーザーアブレーション

1. 目的

フェムト秒レーザーアブレーションは微細加工や三次元可能などが可能なツールとして活発に研究されているが、その基礎過程に関する研究は数少ない。また、フェムト秒レーザー照射で起きる過渡的な状態は、巨大惑星内部の高温・高圧状態に匹敵するものであり、その診断は基礎物理学的にも興味深いものである。しかし、その診断は、表面から噴出するプラズマなどの影響により容易ではなく、新しい観測手法の確立が切望されている。そこで、我々は原子力機構で開発された 7 ピコ秒のパルス幅を持つ波長 13.9nm の高コヒーレンス軟 X 線レーザーを光源とした高空間分解計測手法を開発し^{1,2)}、フェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスの観測を行う。本計測装置を用いたタングステンにおけるアブレーションダイナミクスの詳細な計測とその理解を目指す。

2. 方法

軟 X 線光学系を高倍率に改造したフェムト秒レーザーポンプ・コヒーレント軟 X 線プローブのピコ秒シングルショット時間分解反射率イメージング光学系を用いてタングステンのフェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスの観測を行う。この装置により、これまでよりも高い空間分解能で様々な照射フルエンスにおけるフェムト秒レーザーアブレーションに伴う軟 X 線反射率の時間発展の計測を行う。

3. 結果及び考察

ガウシアン強度分布のフェムト秒レーザーをタングステンに照射し、ナノ秒領域の時間帯における剥離薄膜の膨張過程を観測した。剥離薄膜の高さや膨張速度の導出には低反射率部分が水平方向に伸びた軟 X 線シャドウグラフを用いた。軟 X 線シャドウグラフを用いて求めた剥離薄膜の形状はガウス関数でフィッティングでき、局所フルエンスが加工しきい値以下の領域ではレーザー強度分布をマイナス方向にシフトさせた形状と良い一致を示す。推定された形状から投入するエネルギー分布関数に対して剥離薄膜はレーザーアブレーション閾値以上で非零の膨張をすると予測される。

4. 引用(参照)文献等

- [1] T. Suemoto, K. Terakawa, Y. Ochi, T. Tomita, M. Yamamoto, N. Hasegawa, M. Deki, Y. Minami, and T. Kawachi, Opt. Express 18, 14114–14122 (2010).
- [2] T. Tomita, M. Yamamoto, N. Hasegawa, K. Terakawa, Y. Minami, M. Nishikino, M. Ishino, T. Kaihori, Y. Ochi, T. Kawachi, M. Yamagiwa, and T. Suemoto, Opt. Express 20, 29329–29337 (2012).