

フェムト秒レーザー照射による固体表面周期構造自己形成機構

Mechanism of periodic grating structures on metal surface self-organized by femtosecond laser pulses

京大化研¹, 京大院理², チェコ工科大³, 京大工⁴, 核融合研⁵, ○橋田昌樹^{1,2}, Laura Gemini^{1,3},清水雅弘⁴, 宮坂泰弘^{1,2}, 坂上仁志⁵, 井上峻介¹, 時田茂樹^{1,2,*}, 阪部周二^{1,2}ICR Kyoto Univ.¹, GSS Kyoto Univ.², Czech Tech. Univ.³, DMC Kyoto Univ.⁴, NIFS⁵, ILEOsaka Univ.⁶, ○Masaki Hashida^{1,2}, Laura Gemini^{1,3}, Masahiro Shimizu⁴, Yasuhiro Miyasaka^{1,2},Hitoshi Sakagami⁵, Syunsuke Inoue¹, Shigeki Tokita^{1,2}, Shuji Sakabe^{1,2}

E-mail: hashida@laser.kuicr.kyoto-u.ac.jp

フェムト秒レーザーを適切なフルエンスで金属に照射すると、表面に波長以下の格子間隔をもつナノ周期構造が自己形成される。その格子間隔は、レーザーの入射角度、レーザー波長もしくはレーザーフルエンスに依存することが報告されている。特に、形成機構解明で重要なレーザーフルエンス依存性は銅について調べられ、その解釈として表面プラズマ波へのパラメトリック崩壊[1]が提案された。そして、このモデルは、Ti, Pt, Mo, W, にも適用できることが分ってきている[2]。本研究では、異なるレーザー波長及び材料(半導体)の場合について調べ、このモデルの妥当性・普遍性の検証を行った。

実験には、表面研磨した金属(Ti, Mo)及び半導体(Si, SiC)を用いた。フェムト秒レーザー(波長 $\lambda_L=800$ nm、パルス幅 160 fs or 40fs)及びその 2 倍高調波($\lambda_L=400$ nm)を、固体表面に対して 0° の入射角度で集光照射した。Fig. 1 には、Ti における周期構造格子間隔のレーザーフルエンス依存性およびパラメトリック崩壊による計算結果 λ_{SP} を示す[3]。計算では次に示す簡易公式を用いた。

$$\frac{\lambda_{SP}}{\lambda_L} = -0.1731x^3 + 0.316x^2 + 0.2068x + 0.5013 \quad , \quad x = \left(\frac{F_M}{F} \right)^{1/4} \left\{ \frac{\ln(F/F_{th})}{\ln(F_M/F_{th})} \right\}^{1/2}$$

ここで、 F : 照射レーザーフルエンス、 F_{th} : アブレーション閾値フルエンス、 F_M : ナノ構造が形成される上限フルエンスを示す。得られた結果は、レーザー波長及び材料種によらず格子間隔が $0.5\lambda \sim 0.85\lambda$ の範囲にありモデルと良い一致を示していた。

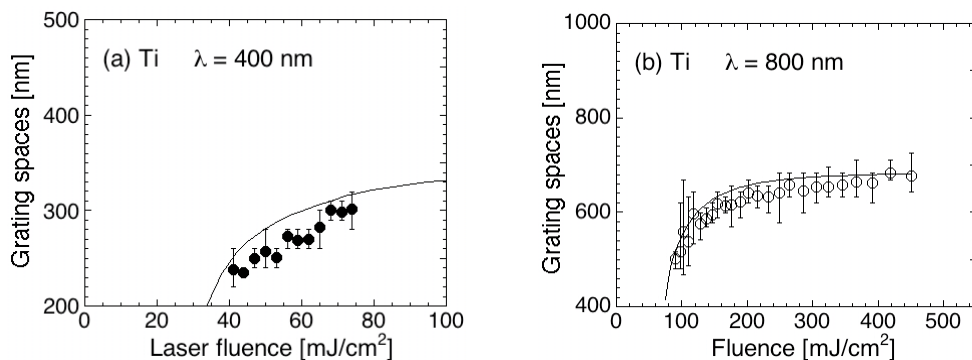


Fig.1. Laser fluence dependence of grating structure interspaces produced by femtosecond laser pulses(160fs, 40 pulses). Solid lines show the calculation results according the parametric decay model.

[1] S.Sakabe *et al.*, Phys. Rev.B **79**(2009)033409. [2] K.Okamuro *et al.*, Phys. Rev.B **82**(2010)165417.

[3] M. Hashida *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**(2013)174106.

*現所属: 阪大レーザー研