

レーザープラズマ軟X線によるナノ複合材料の解析

材料4部ビーム応用G 東 博純

Structure Analysis of Nano-Composites by Laser Produced Plasma Soft X-Ray

Hirozumi Azuma

高強度のパルスレーザー光を物質に照射すると多光子励起により内殻の電子が励起され、励起レーザー光よりも短波長のパルス軟X線が発生する。この軟X線は輝度が高く、レーザープラズマ軟X線と呼ばれている。最近、励起レーザー光として使用できるテーブルトップの高強度のパルスYAGレーザー装置が市販されるようになり、比較的規模の小さい装置で軟X線を発生させることが可能になった。輝度の高い軟X線としてはシンクロトロン放射光がある。これは筑波のフォトンファクトリーや分子研のUVSOR等のように大型の設備を用いて発生させる。レーザープラズマ軟X線の出現により実験室規模での軟X線実験が可能になった。このような軟X線光源は軟X線顕微鏡¹⁾やナノ構造解析²⁾に利用されている。

Fig. 1はレーザープラズマ軟X線を用いた分光回折法による構造解析装置概要を示したものである。レーザー光が集光照射されたターゲットよりレーザープラズマ軟X線が発生する。この軟X線をトロイダルミラー*と回折格子を用いてナノ複合材料(被測定材)に分光照射する。被測定材上では短い波長から長い波長の軟X線が同じ入射角度で同時に照射され、これらの軟X線の中で被測

*トロイダルミラー：非球面ミラー

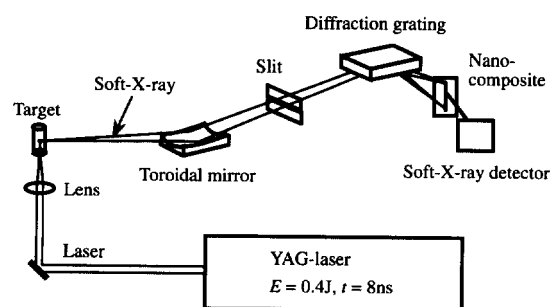


Fig. 1 Schematic diagram of a grazing-incidence flat field spectrometer equipped with a toroidal mirror used for measuring spectral reflectance of a nano-composite.

定材の周期構造とブラッグ条件を満足した軟X線のみが強く反射される。したがって、検出した軟X線の波長とその軟X線の入射角度より被測定材の構造解析が可能になる。この分光回折法では原理的には一回の軟X線照射で構造解析が可能であり、ナノ秒オーダーのパルスであるため動的な計測も可能である。Fig. 2は熱処理を行ったMo/Si多層膜の構造変化を分光回折法を用いて測定した結果である。詳細な構造変化をとらえるために入射角度を変化させて測定を行っているが、熱処理温度によって反射光強度のピークとなる角度が変化しているのがわかる。これらの結果より構造変化の起きる温度等を求めることができる。また、この手法を用いてナイロンと粘土鉱物のナノ複合材であるNCH等の構造解析も可能となった。

参考文献

- 1) Tomie, T., Shimizu, H., Majima, T., Kanayama, T., Kondo, H., Yano, M. and Ono, M.: Science, **252**(1991), 691
- 2) Azuma, H., Watanabe, Y., Kato, Y., Motohiro, M., Noda, S. and Murai, K.: Jpn. J. Appl. Phys., Part 2, **31**-2B(1992), 203L

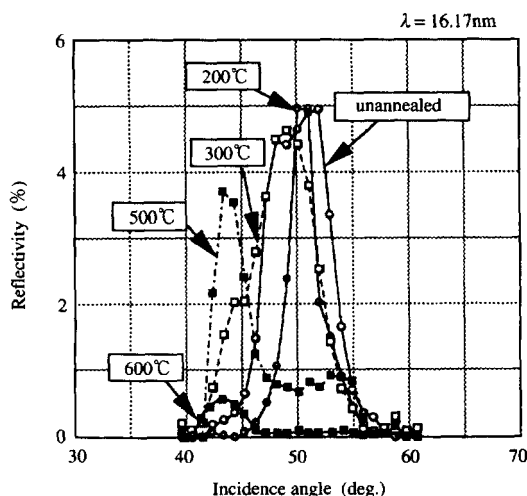


Fig. 2 The measured reflectivity vs. the incidence angle at a wavelength of 16.17 nm for Mo/Si multilayer mirror before and after annealing.