

80~200eV 域定偏角分光器用酸化膜付加高回折効率回折格子の設計

Design of high efficiency diffraction grating overcoated with oxide film

for constant deviation monochromator in 80–200 eV region

○小池 雅人¹, 長野 哲也², 笹井 浩行², 浮田 龍一² (1. 原子力機構量子ビーム, 2. 島津デバイス)○Masato Koike¹, Tetsuya Nagano², Hiroyuki Sasai², Ryuichi Ukita²

(1. QuBS, JAEA, 2. Device Dept., Shimadzu Corp.)

E-mail: koike.masato@jaea.go.jp

最近自動車用のフレーム等の構造材に使用が進んでいる高張力鋼（ハイテン）は同じ強度を確保するに当たって、一般鋼材を用いる場合に比べて薄肉化できる。しかし、その製造には炭素をはじめ、シリコン、マンガン、チタンなど、10数種類の元素の配分を ppm レベルで管理することが必要とされている。この中でもボロン（B）は数十 ppm の添加で焼入れ特性などを大幅に変化することから、特に添加量の正確な制御が必要とされている。さらに B は中性子を吸収する特性を持つため原子炉制御棒用の鋼材にも添加されているが、他の元素（Fe、C、Ni、Mn、Cr 等）とどのように相互作用し各種の物性が起きるのか未解明の部分が大きく解明が必要とされている。

材料内の微量 B に関する研究開発においては軟 X 線域の B-K 発光(183eV, 6.76 nm)、吸収(188 eV, 6.59 nm) を用いた分光研究が不可欠である。最近著者らは電子顕微鏡用の B-K 発光分光に適した平面結像型回折格子分光器[1]に用いる回折格子の回折効率を高めるために金属膜表面を持つラミナー型回折格子にこの領域で吸収が小さいダイヤモンドライクカーボン(DLC)や TiO₂、CeO₂ 膜を積層する方法を提案した。[2]

本報告では放射光分光ビームラインでよく用いられている不等間隔溝平面回折格子分光器[3]などの定偏角分光器に対しても同様の効果が得られるかどうかを数値計算により検討した。図 1 に刻線密度：1200 本/mm、デューティ比：0.3、溝深さ：16 nm、基板：SiO₂ のラミナー型回折格子の表面が Au または Ni 膜（厚さ:30 nm） のみの場合と同じ Ni 膜上に DLC（密度：3.1 g/cm³）、TiO₂、または CeO₂ 膜を堆積した場合において、波長走査を 164° の定偏角条件で行う場合の±1 次光の回折効率の計算結果を示す。6.76nm において DLC、TiO₂、CeO₂ 膜を付加した場合には Ni 表面の場合に比較して回折効率がそれぞれ約 1.99 倍、1.39 倍、2.29 倍となることを見出した。

[1] M. Koike et al., Rev. Sci. Instrum., **74**, 1156-1158(2003).

[2] M. Koike and T. Nagano, 2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-PB8-1.

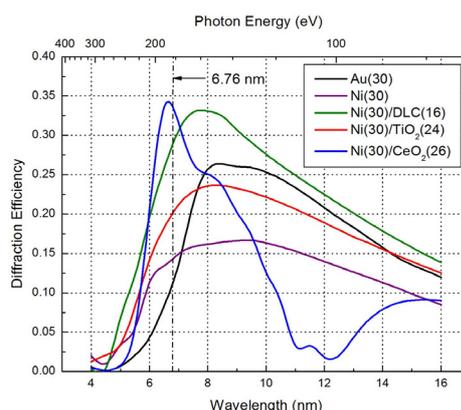
[3] 小池雅人, 放射光, **8**, 509-519 (1995).

図 1. ラミナー型回折格子に Au、Ni のみ、Ni 上に DLC、TiO₂、CeO₂ を堆積した場合の回折効率の波長特性。カッコ内は各層の膜厚(nm)。