

5nm~20nm 域分光計測のための酸化膜付加高回折効率回折格子 High efficiency diffraction grating overcoated with oxide film for 5-20nm region

○小池 雅人¹、長野 哲也² (1. 原子力機構量子ビーム、2. 島津デバイス)

°Masato Koike¹, Tetsuya Nagano² (1.QuBS, JAEA, 2.Device Dept., Shimadzu Corp.)

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

鉄鋼材料に添加されたボロン (B) は数十 ppm の添加で焼き入れ特性などを大幅に改善でき、例えば車両用鋼板では強度を保ったままの軽量化が可能となるが、製鋼工程では数 ppm レベルでの B 添加量の正確な制御が必要とされている。さらに熱処理により生成した結晶粒界における偏析ボロンやホウ化物が、他の元素 (Fe、C、Ni、Mn、Cr 等) とどのような相互作用で各種の物性が引き起こすのか未解明の部分が多く理工学の分野においても興味の対象となっている。

これまでの研究において 50~4000 eV 領域をカバーする平面結像回折格子分光器を開発し、これを電子顕微鏡と組み合わせて局所領域からの発光ペクトルを高効率・高分解・パラレル検出可能であることを実証した[1]。この装置におけるボロンの検出限界値は 20 ppm 程度で、既存の分光法に比較して高感度であるが、上述の目的には更なる高感度化が必要とされている。このため B-K 発光線 (波長: 6.76 nm、エネルギー: 183.3 eV) に対する回折効率をさらに高回折効率化するためにラミナー型回折格子 (刻線密度: 1200 本/mm、デューティ比: 0.3、溝深さ: 16 nm、基板: SiO₂) の表面にニッケル(Ni)とアモルファス炭素(a-C)またはダイヤモンドライクカーボン (DLC, ta-C) 膜を堆積した回折格子の 87 度入射の場合の回折効率を数値計算した。その結果、DLC の場合従来の Au 回折格子 (回折効率: 14%) に比して約 2.1 倍増、Ni 回折格子 (同: 16%) に比して 1.9 倍増の 30%であることを見出した[2] (図 1)。

本報告では DLC の代わりに従来からよく使われている酸化物系の膜で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 30nm 厚の Au、Ni 膜のみの場合及び Ni 膜の上に 24nm 厚のアモルファス炭素(a-C)、DLC(ta-C)、TiO₂、CeO₂ 膜を堆積した場合を示す。TiO₂、CeO₂ の双方の場合 6.76nm での回折効率はどちらも 22%であるが、ピーク値が 6.76nm から短波長にずれている。今後、ピーク高さを保ったまま、ピーク位置を 6.76nm に移動するように格子定数、溝深さ、酸化物の膜厚等のパラメータの総合的な最適化を図る予定である。

[1] 寺内正己, 今園孝志, 小池雅人, 表面科学 **36**, 184-188 (2015).

[2] 小池雅人他: 第 61 回応用物理学会春季講演会予稿集 18a-PA2-1、2014 年 3 月 18 日.

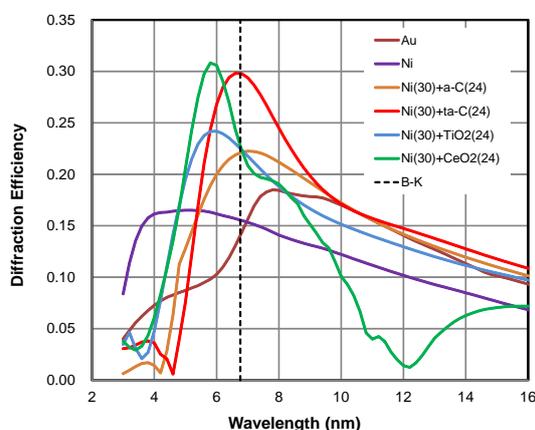


図 1. Au、Ni、Ni と a-C、Ni と ta-C、Ni と TiO₂、Ni と CeO₂ 膜の場合の回折効率。