

ボロン K 発光分光計測のためのランタン膜付加高回折効率・広受光角 ラミナー型回折格子の製作と評価

Fabrication and evaluation of high-spectral-flux laminar-type diffraction gratings overcoated with Lanthanum for Boron-K emission spectroscopic measurements

東北大多元研¹, 量研量子ビーム², (株)島津製作所デバイス部³ ○羽多野忠¹, 小池雅人²,
西原弘晃³, ピロジコフ S. アレキサンダー², 寺内正己¹, 笹井浩行³, 長野哲也³

IMRAM, Tohoku Univ.¹, QuBS, QST¹, Device Dept., Shimadzu Corp.³, Tadashi Hatano¹,
Masato Koike², Hiroaki Nishihara³, Alexander S. Pirozhkov², Masami Terauchi¹,
Hiroyuki Sasai³ and Tetsuya Nagano³
E-mail: hatanotadashi@tohoku.ac.jp

電子顕微鏡と組み合わせた軟X線回折格子分光器による局所領域からの発光ペクトル計測は軽元素を含む材料の分析に有効である [1]。例えばこの装置によるボロン (B) の K 発光線 (波長: 6.76 nm) における検出限界は現状で 20 ppm 程度で、既存の他の分光法に比較して一桁以上感度が高い。さらなる高感度化への要求に応えるため、我々は標準的なラミナー型回折格子 (中心刻線密度: 1200 本/mm、表面物質: Ni) の表面に比較的透明なダイヤモンドライクカーボン (DLC) や酸化チタン、酸化セリウムを付加して回折効率増大効果を調べてきた [2]。計算により、付加膜としてランタン (La) も有望であることを報告した [3]。一方、分光器の配置を低入射角に変更すると回折格子の見かけサイズが 2 倍に大きくでき、かつ回折効率も向上することを示した [4]。今回、低入射角・透明膜仕様の回折格子 (溝深さ: 15 nm、デューティ比: 0.4、表面物質: Ni) の刻線密度 1120 本/mm の場所に La 層を付加して表面を C 層で覆った回折格子を作製して回折効率を測定し、これまでに最も高い実測回折効率を得た。

膜付加はイオンビームスパッタリング法で行った。Ni 表面の上に厚さ 4 nm の Ni を付加して清浄面を作り、その上に厚さ 25.4 nm の La 層と厚さ 4 nm の C 層を連続して成膜した。回折効率評価は Photon Factory の BL-11D で行った。回折効率の入射角依存性を Fig. 1 に示す。波長を 6.76 nm に固定し、+1 次光が検出器に入るように試料の回転と連動させて検出器を動かした。La 層を付加しない Ni 面と C 層を追加しない Ni/La 膜の結果を合わせて示す。入射角 84.2° で Ni 面の 2 倍を越える 37 % の回折効率を得られた。分光器の従来仕様である入射角 87° での Ni 回折格子を基準にすると、スペクトル光量を 5 倍に増大させることが可能であることがわかった。また、C 層がないと回折効率が低いことがわかり、キャッピング層として機能していることが確かめられた。

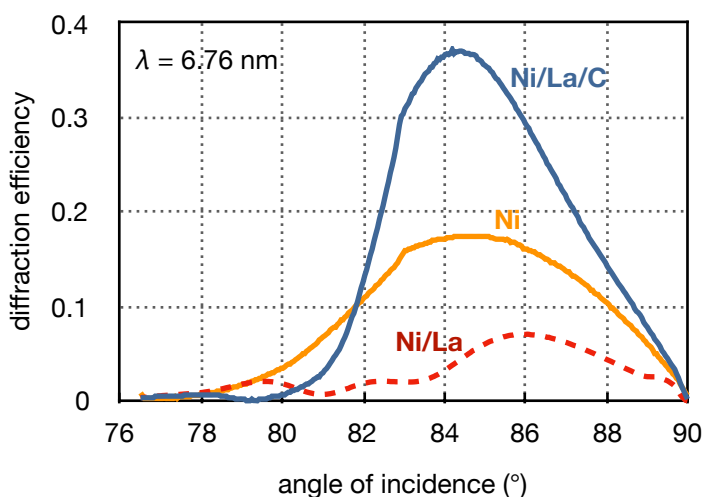


Fig. 1. Measured diffraction efficiencies of Ni, Ni/La and Ni/La/C coated gratings.

[1] 寺内正己他, 表面科学 **36**, 184-188 (2015).

[2] 小池雅人他, 第78回応用物理学会秋季学術講演会, 5a-S44-5 (2017).

[3] 小池雅人他, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 15a-318-10 (2017).

[4] 羽多野忠他, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-C31-3 (2016).