高耐熱ふく射光源を目指した六ホウ化ランタン膜の合成

Growth of Lanthanum Hexaboride Films for High-Temperature IR Emitters

物材機構 [1], 北大院理 [2], R.P. Sugavaneshwar[1], 古畑直規 [1], T.D. Ngo[1], °長尾忠昭 [1,2]

MANA-NIMS [1], Hokkaido Univ. [2], R.P. Sugavaneshwar[1], T. D. Ngo[1], Naoki Furuhata[1],

and °Tadaaki Nagao,[1,2]

E-mail: NAGAO.Tadaaki@nims.go.jp

近年、赤外帯域の波長選択型光源（分光型光源）として、高い吸収率を持つメタマテリアル共振器やフォトニック構造による熱ふく射構造が提案されている。特に、プラズモン効果を用いる場合には、赤外帯域で良好な光学応答と低損失な特性を併せ持つ Au や Ag などの貴金属や、Al などのベースメタルが使用されてきた。しかし、十分強度の高い熱ふく射を得るためには、エミッターを高温駆動させる必要があり、これらの通常金属では耐熱性が十分ではなく、500℃以上の動作は不可能である。

そこで、我々は金属窒化物や金属炭化物、ドープした酸化物などを中心に高耐熱且つ赤外帯域で良好なプラズモニック特性を示す物質の探索を進めている。本研究では、高耐熱材料であり、共有結合からなるホウ素ネットワーク構造により、高い耐熱性を示す金属ホウ化物に着目し、その中でも金属的性質を持つ六ホウ化ランタン薄膜の高品位成膜を試みた。六ホウ化ランタンは高い電子密度を持ち、高温でも安定であり、かつ真空中では低指数表面が安定的に存在するため、電子顕微鏡の電子源としの使用がなされている。本研究では、PLD 法、スパッタ法、電子ビーム蒸着法などの異なる方法での成膜を行ったので報告する。PLD 法とスパッタ法では結晶性、光学応答性ともに良好な薄膜は得られなかったが、電子ビーム蒸着法では良好な薄膜が得られた。興味深いことに、得られた薄膜は表面方位、azimuth 方位共にほぼ揃った膜が成膜できた。この理由としては、通常の金属膜などと異なり、この物質の共有結合性のホウ素ネットワークに起因する強い方向性が、結晶成長においても効いていると考えられる。光学応答は近赤外帯域で高融点金属である W や Mo よりも良い特性を示し、第一原理計算よる予想値とほぼ同程度の性能を示した。この良好な特性は、電子状態だけでなく、この膜の持つ高い結晶性にも起因していると考えている。当日は、この膜を活用した熱ふく射デバイスなどについても、報告する予定である。

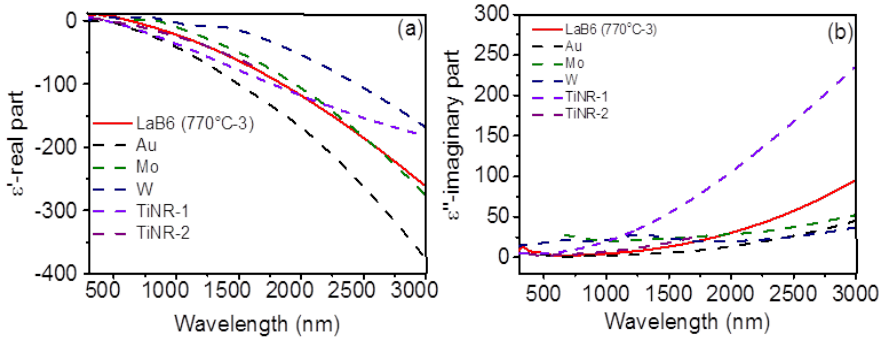

Fig. 1. Real part (a) and imaginary part (b) of the dielectric function of LaB_6 shown together with Au, W, Mo, and TiN (two samples). ε_1 is comparabuel to Mo and TiN and the loss ε_2 is smaller than W, Mo, TiN in the near-infrared region.