

CaF₂/ZnS 分布ブラッグ反射鏡(DBR)の フレキシブル基板上への作製と特性評価

Fabrication and Characterization of CaF₂/ZnS Distributed Bragg Reflector (DBR) on a Flexible Substrate

(北見工大) ○丹野 翼, 木場 隆之, 川村 みどり, 阿部 良夫

Kitami Inst. of Technol. ○T. Tanno, T. Kiba, M. Kawamura, Y. Abe

E-mail: m2153400173@std.kitami-it.ac.jp

【緒言】 有機 EL 素子(Organic Light-Emitting Diode: OLED)はフレキシブル化が可能であり、曲面での設置や折り曲げ可能なディスプレイ・照明などへの応用が期待できる。特にディスプレイ用途においては高演色化のために色純度の向上が求められる。それを可能とする一つの方法として、金属膜や分布ブラッグ反射鏡(DBR)などの高反射膜によって構成されるマイクロキャビティ(微小共振器)効果の利用が挙げられる。我々はこれまでに真空蒸着法により室温で成膜可能なCaF₂/ZnSの組み合わせで交互積層膜を作製し、DBRとして機能するのに十分な反射性能を持ち合わせている事を報告した[1]。本研究では、このCaF₂/ZnS交互積層膜をフレキシブル基板上に作製して、光学特性および密着性についての評価を行った。従来のガラス基板上に作製したものとの比較から、機械的な応力により光学的性能や密着性に差が生じるかを調査した。

【方法】 本研究では、従来のガラス基板(厚さ 1 mm)、フレキシブルガラス基板(厚さ 100 μm)の2つを用い、同じ洗浄工程の後、真空蒸着法により室温で交互積層膜を作製した。低屈折率材料としてCaF₂($n_L = 1.43$)、高屈折率材料としてZnS($n_H = 2.38$)を用い、緑色 OLED を想定したターゲット波長(535 nm)の1/4波長に相当する膜厚(CaF₂: 94 nm、ZnS: 56 nm)で各基板上に3、5ペア交互積層した。各積層膜の絶対反射スペクトルおよび透過スペクトルは吸光光度計(絶対反射: SHIMADZU UV-3600Plus, 透過: HITACHI U-2910)、密着性はスクラッチ試験機(RHESCA, CSR-2000)を用いて測定した。さらに、フレキシブルガラス基板を用いたものでは成膜直後と機械的応力を与えた後での密着性についても比較し、評価した。

【結果と考察】 Fig.1 に各積層膜の反射スペクトルを示す。いずれのサンプルにおいても特定の波長域(500~650 nm)で反射率の上昇が見られ、ストップバンドが表れていることが分かる。ストップバンド内での最大反射率は、従来のガラス基板を用いた5ペアでは98.7%、3ペアでは91.3%、フレキシブルガラス基板を用いた5ペアでは98.7%、3ペアでは91.8%でほぼ同じ値を確保しており、緑色 OLED への応用を考えた際に DBR として十分な光学的性能を持っている事が分かる。Fig.2 に各基板上に作製した3ペアでのスクラッチ痕(終了荷重:100 mN、荷重時間:120 s)を示す。基板が異なることによる密着性への影響はあまり見られず、また、機械的応力の付与前後で比較しても、ほぼ同じ密着性を有した。これらのことから、従来のガラス基板と同様の作製方法でほぼ同じ性能を有することが分かった。

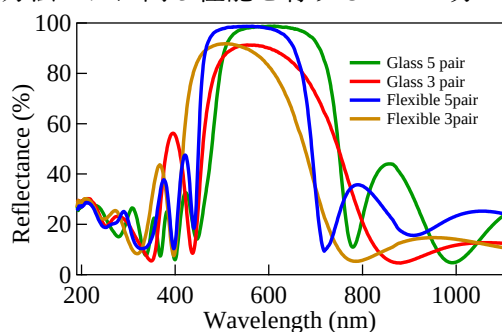


Fig. 1 Reflection spectra of different pairs of CaF₂/ZnS films on the 1 mm-thick glass and 100 μm-thick flexible glass.

[1] T. Kitabayashi et al., Thin Solid Films, 700, 137912 (2020).

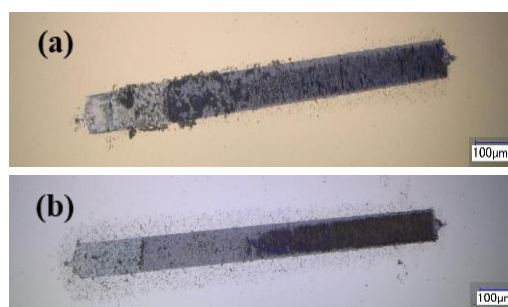


Fig. 2 Optical images of scratches on 3-pairs of CaF₂/ZnS films on the (a) 1 mm-thick glass and (b) 100 μm-thick flexible glass.