18p-E11-5

サファイア基板上のZnO:Eu薄膜からの発光特性 –Si基板との比較–

Photoluminescence from ZnO:Eu films sputter-deposited on sapphire substrates

NTT MI 研 [1]，久留米高専 [2]　　○赤沢方省 [1]，篠島弘幸 [2]

NTT MI Labs.[1], Kurume NCT[2]　　○Housei Akazawa[1],　Hiroyuki Shinojima[2]

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

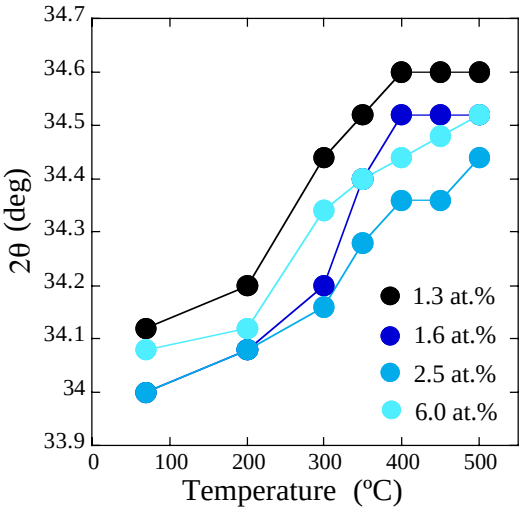
【はじめに】我々はこれまで、H_2O蒸気ガスを用いてSi基板上に形成したZnO膜中のEu^{3+}イオンからの発光を報告してきた[1, 2]。ZnO:Erの場合は基板が変わると、ZnO結晶の格子歪の違いがEr^{3+}イオンの存在状態に影響を与え、結果的にEr^{3+}イオンの発光強度が変化する。そこで今回、基板をSiからサファイアに変えて、ZnO:Euからの発光がどう変化するかを調べた。

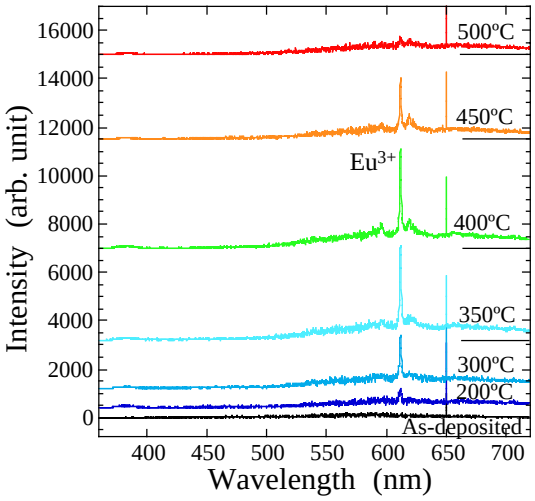
【実験】ZnO:Eu (1 at.%)ターゲットとEu_2O_3ターゲットの共スパッタにより、サファイアC面あるいはA面上に室温でZnO:Eu膜を形成した。Arをスパッタガスとして、酸素源としてH_2O蒸気(3×10^{-2} Pa)を導入した。成膜後、真空中あるいは酸素中で1時間ポストアニールした。PLは波長325 nmのHe-Cdレーザで励起して、可視域のスペクトルを取得した。

【結晶構造】ZnO:Eu膜は、A面及びC面基板上でc軸配向であった。左下図にZnO(002)ピークのアニール温度による変化をプロットした。アニール前のZnO(002)ピークの2θ回折角はサファイアの結晶格子に引っ張られ小さいが、400°Cのアニールで十分に格子緩和する様子が観測されて

【発光特性】右下図に、Eu濃度1.6 at.%のZnO:Eu膜に対するアニールの温度を変えたときの発光スペクトルの一例を示す。Si基板の場合と同じ波長にEu^{3+}イオンからの発光ピークが出現し、3–5倍の発光強度が得られた。酸素ガスを導入した成膜では、Eu^{3+}イオンからの発光は一切観測されなかったので、基板種類に依らず、発光にはOHやHの存在が本質的であることが分かった。Si上の場合は、ZnOの欠陥発光は550-700 nmの範囲に留まるのに対し、サファイア上ではより強い欠陥発光が800 nmまで続いている。ZnOの結晶性が向上し、無輻射遷移が減少したためと考えられる。一方、ZnOのバンド端発光は見えておらず、Eu^{3+}イオンからの発光に励起エネルギーが費やされていることを示している。アニール雰囲気に関しては、酸素中アニール後の発光は弱く、真空中アニールで強く光った。またEu^{3+}濃度2.5 at.%まで発光強度は緩慢な変化しか示さず、Si基板上に比べて、濃度消光の影響は小さいことが分かった。エピタキシャル基板を用いると、過剰なEr^{3+}イオンは結晶子界面に蓄積されて、濃度消光の影響が小さいものと推測される。

[1] Jpn. J. Appl. Phys. **52** (2013) 072601; [2] J. Appl. Phys. **114** (2013) 153502





© 2014 年　応用物理学会