

半導体薄膜の偏光 XAFS による局所構造解析

○宮永崇史（弘前大理工）、小豆畑敬（弘前大理工）、山田努（弘前大理工）、
三上慎太郎（弘前大理工）、秩父重房（東北大多元研）、北島義典（PF）

緒言

InGaN は初めての青色発光ダイオードとして開発され、さまざまな分野に応用されている。 c 軸方向に積み重ねた量子井戸が発光の活性層であり、活性層中で c 軸方向の In 原子の偏在が発光効率と相関があることが XAFS 測定により示唆された[1]。また、最近では c 軸方向の分極場が引き起こす、量子閉じ込めシュタルク効果のない非極性面 (m -面) に成長させた InGaN 薄膜の応用が進展してきている。[2]。本研究では m -面成長した InGaN 薄膜の In 周囲の構造を XAFS 法によって調べ、以前報告した InGaN 単一量子井戸構造の結果と比較した。

一方、 $Mg_xZn_{1-x}O$ は同じく発光ダイオード材料として InGaN に替わる安価な次世代半導体として期待されている。本研究では組成比 $x=0.05, 0.06$ の $Mg_xZn_{1-x}O$ 薄膜について、偏光 XAFS 法を用いて Mg 周囲の局所構造を調べた。

実験

m -InGaN: 試料は MOVPE 法によって GaN 上に成長させたものである。XAFS 測定は NW10A にて、多素子 SSD を用いて蛍光法で行われた。 c 軸方向、面内 a 軸方向、面直 a 軸方向の 3 種類の偏光依存性を測定した。 $Mg_xZn_{1-x}O$ 薄膜は HWPSE(Hericon Wave excited Plasma Spattering Epitaxy)法を用いて作成された。 $Mg_xZn_{1-x}O$ 薄膜の Zn K -edge の測定は BL7C にて Lytle 検出器を用いて行い、Mg K -edge の測定は BL11A にて、検出器には SDD(Silicon Drift Dectector) を用いて行った。

結果と考察

m -面成長した InGaN 薄膜の In 周囲の構造について、 a_3 軸方向の In-In 間の距離が 2.35Å となり、他の方向のもの(2.25~2.28Å)より長くなった。この結果は、 c 面成長した $In_{0.145}Ga_{0.855}N$ SQW において c 軸方向の In-In が 2.30Å でもっとも長いという結果と対照的である。

$Mg_xZn_{1-x}O$ 薄膜に関しては、Zn 原子周辺の原子間距離の観点からでは $Mg_xZn_{1-x}O$ $x=0.05, 0.06$ の $Mg_xZn_{1-x}O$ 薄膜は ZnO 薄膜と比べ構造に違いは見られなかった。また FEFF8.01 コードを用いた理論計算と実験スペクトルの比較による Mg 原子の局在化を調べたところ、 $Mg_{0.06}Zn_{0.94}O$ 薄膜ではほぼ Mg 原子は非局在していることが分かった。