18p-E11-4

Si(111)上に MBE 成長した$(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$膜の EXAFS 解析

EXAFS analyses on $(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$ films grown on Si(111) by MBE

NTT 物性基礎研 [1], NTT ナノフォトニクスセンタ [2], 北大院工 [3]

○尾身博雄 [1,2], 俵毅彦 [1,2], 鍜治怜奈 [3], 穂積貴人 [3], 足立智 [3], 後藤秀樹 [1], 寒川哲臣 [1]

NTT Basic Research Labs.[1], NTT Nanophotonics Center [2], Hokkaido Univ.[3]

°H. Omi[1,2], T. Tawara[1,2], R. Kaji[3], T. Hozumi[3], S. Adachi[3], H. Gotoh[1], T. Sogawa[1]

E-mail: omi.hiroo@lab.ntt.co.jp

Er を添加したビクシバイト構造の M_2O_3 結晶(M=Y, Sc, 希土類)は、通信波長帯の光増幅および発光材料としてシリコンフォトニクスおよび通信波長帯の量子光学デバイスの分野で注目を集めている。前回我々は分子線エピタキシャル成長(MBE)で Si(111)上に良質な $(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$ のエピタキシャル混晶膜が得られることを報告した。しかし、この混晶膜中に Er がどのように内包されているのかは原子構造レベルでよく分かっていない。例えば、カチオンに異なる格子サイトをもつビクシバイト構造中のどのサイトに Er が存在するのか、優先的な置換サイトは存在するのか、それとも格子サイトの区別なくランダムに存在しているのか。これらの情報は混晶膜の発光特性に重要な影響を及ぼすために、発光効率の向上には、膜中の Er の格子サイトに関する情報を得ることは非常に重要である。そこで、我々は Si(111)上に MBE 成長した$(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$膜の EXAFS 測定により局所構造解析を行った結果を報告する。 $(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$ の混晶膜は、反射光速電子回折を備えた MBE チャンバー内で Er_2O_3 と Sc_2O_3 を電子線蒸着法で同時に蒸着することにより成長した。基板には Si(111)を用い、Er_2O_3 と Sc_2O_3 の蒸着前に化学処理した Si を超高真空中で加熱し、(7×7) 清浄表面を出現させた。$(Er_{1-x}Sc_x)_2O_3$ 混晶膜は X 線吸収微細構造法(EAFS)および斜入射X線回折により評価した。実験は SPring-8 のビームライン BL8、BL15、BL24 で行った。EXAFS の解析には Athena と Altemis を用いた。**図 1** は Si(111)上に基板温度が 715℃で成長した$(Er_{0.03}Sc_{0.97})_2O_3$膜からの EXAFS スペクトル（実線）と理論曲線（点線）である。Sc-K 端のスペクトルはレファレンスとして測定した多結晶 Er_2O_3 中の Er のスペクトルをシフトした形と類似しており、$(Er_{0.03}Sc_{0.97})_2O_3$ 膜中の Sc が Er_2O_3 中の Er と同様の局所構造をもつことを示している。ビクシバイト構造の局所構造によると、最初のピークは Cation-O 結合に、第２および３のピークは Cation-Cation 結合に対応している。この解釈は実験と理論曲線が Er と Sc に両方に対して非常によく一致していることからも確かめられる。なお、ベストなフィットは Er 原子がビクシバイト構造の C_{3i} サイトだけを置換したモデルに対して得られた。 [謝辞] 本研究の一部は JSPS 科研費 24360033 の助成を受けた。

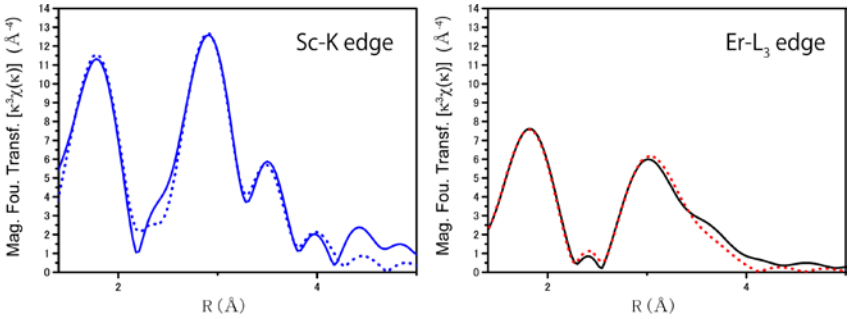

図 1： $(Er_{0.03}Sc_{0.97})_2O_3$ 膜の EAFS スペクトルと理論曲線

© 2014 年　応用物理学会