Mg_2Si(111)//Si(111)高配向膜における光変調反射率スペクトルの評価

Photoreflectance spectra in highly-oriented Mg_2Si(111)//Si(111) film

九工大情報工[1]，FEBRAS[2]　○星田裕文[1], S. Alexander[2], I. Chernev[2], N.G. Galkin[2]，寺井慶和[1]

Kyushu Inst. of Tech.[1], FEBRAS[2], ○H. Hoshida[1], S. Alexander[2], I. Chernev[2], N.G. Galkin[2], Y. Terai[1]

E-mail: p232211h@mail.kyutech.jp

【はじめに】　シリサイド半導体 Mg_2Si は地殻に豊富な元素で構成されており，優れた赤外光吸収能と無次元性能指数を有することから，赤外光電変換素子および熱電変換素子材料として期待されている．その電子構造では，価電子帯のトップが逆格子空間の Γ 点，伝導帯の底が X 点に存在し，Γ→X のバンドギャップが約 0.6–0.8 eV の間接遷移型半導体であると報告されている．一方，直接遷移端に関しては，室温における電場変調反射率(ER)測定の報告があるが[1]，その温度依存性に関する報告例はない．そこで本研究では，直接遷移端の温度依存性を評価することを目的に，Mg_2Si(111)//Si(111)高配向膜において光変調反射率(PR)スペクトルを測定したので報告する．

【実験方法】　テンプレート層を用いた固相成長法により，膜厚約 90 nm の Mg_2Si(111)//Si(111)高配向膜を Si(111)基板上に作製した[2]．PR 測定では，分光したタングステンランプ光を反射率測定のプローブ光に用い，波長 785 nm のレーザを 140 Hz で照射することで試料表面に光変調電場を誘起した．光変調反射率(ΔR/R) は Si フォトダイオード検出器とロックインアンプを用いて測定した．

【結果】　9 K で測定した PR スペクトルを Fig. 1 に示す．明確な PR 信号がはじめて観測され，そのスペクトル形状は電子構造の特異点での直接遷移を反映している．詳細な直接遷移エネルギーを求めるため，Aspnes の式[3]による解析を行った(図中の点線)．その結果，E_1 = 2.38 eV, E_2 = 2.58 eV, E_3 = 2.69 eV, E_4 = 2.82 eV の直接遷移が混在していると判断された．次に，PR スペクトルの温度依存性を Fig. 2 に示す．スペクトル形状の温度依存性から，E_2, E_3 は温度上昇とともに低エネルギー側へシフトするのに対し，E_1, E_4 は明確な温度変化を示さないことが明らかとなった．

これまでの報告[1]から，E_1 は $\Gamma_{15}\rightarrow\Gamma_1$，$E_2$ と E_3 は $\Lambda_3\rightarrow\Lambda_1$ と $L'_3\rightarrow L_1$ 特異点での直接遷移エネルギーであると対応づけられる．よって，Mg_2Si の電子構造では Γ 点での直接遷移エネルギーは温度にほぼ依存せず，Λ と L 点では温度変化に伴い直接遷移エネルギーが変化するという，特異点の位置によって直接遷移エネルギーの温度依存性が大きく異なると考えられる．

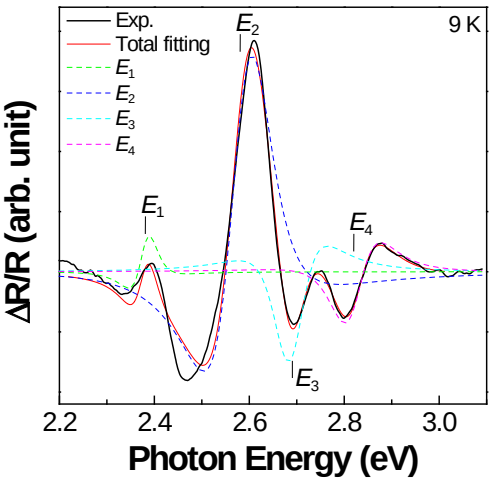


Fig. 1 PR spectrum of Mg_2Si film.

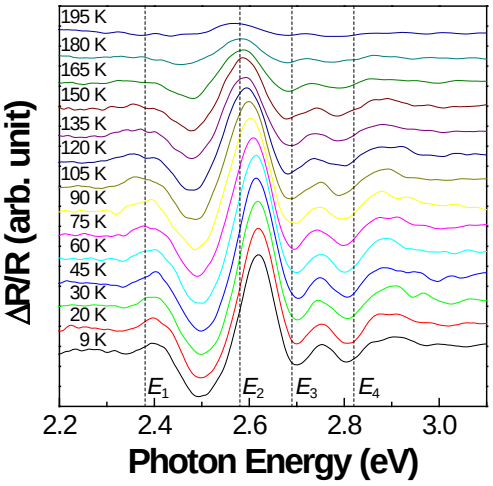


Fig. 2 Temperature dependence of PR spectra.

[1] F. Vazquez *et al.*, Phys. Rev. **176**, 905 (1968).

[2] N.G. Galkin *et al.*, Thin Solid Films **515**, 8230 (2007).

[3] D. E. Aspnes, in Handbook on Semiconductors, (North-Holland, Amsterdam) 2, 109 (1980).

© 2019年 応用物理学会