分光エリプソメトリーによる β-FeSi₂ エピタキシャル膜の組成評価 Investigation of Si/Fe composition in β-FeSi₂ epitaxial films by spectroscopic ellipsometry

九工大情報工, ^o村社尚紀, 星田裕文, 飯沼元輝, 江口元, 寺井慶和 Kyushu Inst. of Tech., ^ON. Murakoso, H. Hoshida, M. Iinuma, H. Eguchi, Y. Terai E-mail: m232082n@mail.kyutech.jp

【はじめに】 これまで我々は、Si上のβ-FeSi₂エピタキシャル膜において、β-FeSi₂/Siヘテロ界面で 発生するひずみによりβ-FeSi₂の電子構造が変化することを報告してきた.前回、その電子構造変 化がSi/Fe組成比に強く依存し、ひずみにより電子構造を制御する際には組成比の精密制御が必要 不可欠であることを報告した[1].これまで、非破壊の組成評価としてラマン分光法を用いてきた が、この方法ではSi/Fe > 2の領域でしか組成評価が行えなかった.今回、分光エリプソメトリーに よりβ-FeSi₂エピタキシャル膜の屈折率を求めた結果、組成比に依存して屈折率が変化することを 見いだし、Si/Fe < 2領域の組成評価が可能となったので報告する.

【実験方法】 β-FeSi₂テンプレート(20 nm)を用いたMBE法により,β-FeSi₂(101)(110)//Si(111)エピ タキシャル膜を60 nm成長させた. MBE成長の際,Si/Fe供給比を1.17に固定し,成長温度(*T*_s)を 450-670 °Cで変化させて試料を作製した.各試料で,

ラマンスペクトルからSi-TOフォノン(520.2 cm⁻¹)の 散乱強度,分光エリプソメーターにより屈折率を測 定した.

【結果】 RHEEDとXRD測定の結果, すべての試料 でエピタキシャル成長が確認された. Si-TOフォノ ンの散乱強度の成長温度依存性をFig.1(a)に示す.Ts = 670 ℃では強い散乱強度が観測されている. 成長温 度が高くなると、Si基板からβ-FeSi2へのSi原子の熱 拡散が促進される. そのため, $T_s = 670$ °CではSi過剰 (Si/Fe > 2)となり、Si-TOフォノンが顕著に観測され たと解釈される. T_s = 450-600 °Cにおいても熱拡散 によるSi供給量が変化し、試料のSi/Fe組成比が変化 していると考えられる.しかし,600 ℃以下では Si-TOの散乱強度が弱く、強度の変化が観測されて いない.次に、各試料で測定した屈折率のエネルギ 一依存性をFig.2に示す.図より成長温度に依存して, 屈折率スペクトルが変化していることがわかる.詳 細な評価の結果,2 eV以下の屈折率は表面平坦性や 表面酸化物の影響をほぼ受けず、試料の組成比を反 映した屈折率であると判断された. そこで, 1.54 eV での屈折率(n)に着目し、その成長温度依存性をFig. 2(b)に示す. T_s = 450–600 ℃では,成長温度に依存し て屈折率が大きく変化することが明らかとなった. 低成長温度ではSi基板からのSi供給量が減少し、Si 欠損(Si/Fe < 2)になっている. その組成変化に伴い, 屈折率が変化したと解釈される.以上より,分光エ リプソメトリーとラマン分光法を併用することで, 非破壊のSi/Fe組成比の評価が可能となった. [1] Y. Terai, et al., JJAP Conf. Proc. 5, 011106 (2017).



Fig. 1 (a) Raman scattering intensity and (b) refractive index (n) at 1.54 eV as a function of T_s .



Fig. 2 Refractive index as a function of photon energy.