ケルマニウム基板上 InSb の分子線エピタキシ成長

Molecular beam epitaxy of InSb layers on Germanium substrates

産業技術総合研究所 [1] ○牛頭 信一郎 [1]

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) [1] ○S. Gozu[1]

E-mail: s-gozu@aist.go.jp

InSb 系 III-V 族化合物半導体は赤外光受光に適したバンドギャップや高い電子移動度を有しており、赤外線センサやホール素子等への応用がされている。薄膜で使用されるデバイスでは、基板の赤外光透過性や電気的絶縁性が問題になることがあり、異種基板が望ましく、例えば GaAs 基板等が使用されている。ゲルマニウム(Ge)は GaAs とほぼ同じ格子定数・熱膨張係数を有し、結晶構造が異なる材料での成長に課題があるものの GaAs 基板と同等の利用が可能であると考えられる。そこで本研究では Ge 基板上に InSb の分子線エピタキシ成長(MBE)を試みたので報告する。

Ge 基板はアンチフェーズディスオーダ(APD)を抑制する効果を期待して 100 面から[110]方向に 4 度オフしたものを使用した [1]。Ge 基板は MBE 装置に投入後、プリベークを経て成長室に搬送され、640℃20 分間のアニールを行い、ストリークな RHEED パターンを確認した。基板はその後ヒーター熱電対温度(Tc)で 480℃まで降温し成長を行った。なお、所有放射温度計(Tp)では計測下限温度を超えているため測定できなかった。より高温での Tc と Tp の関係から、表面温度は 300℃台後半であると推測している。なおこの温度は GaAs 100 基板上において InSb を直接成長した時に最も良い条件である。APD 抑制の為に成長初期に V 族照射による表面初期化や MEE を行うことが有効であることが Ge 上 GaAs 成長で知られている[2]。そこで Sb 照射 1 分と 10 周期の InSb を MEE で成長した後 InSb 500nm 成長した。XRD 測定結果を Fig. (a), (b)に示す。その結果 28.4 度近辺に InSb の 004 回折ピークが見えるが、31.3 度にも不明のピークが見え、良質な膜ができなかった。そこで MEE GaAs 膜を介しての成長を検討し、まずは GaAs のみの成長をおこなった。MEE+MBE 300nm と GaAs の成長を行うと、RHEED では 2x4 が明瞭に観察され、XRD 測定も良好な結果を示した（挿入図）。そこで MEE によって 50 周期 GaAs を成長した上に InSb の成長を行った。その結果(Fig. (c))、1 つの増大した回折強度がのみ観測され InSb 単結晶が得られていることがわかった。このことより、最初に GaAs 成長を行うと、InSb の成長が良好に進むことがわかった。ただし、XRD 回折強度は GaAs 上に成膜されたものに比べて大分小さい。この原因はまだ判明していないが、オフ角の有無や基板の違いによる表面温度の違いが理由として考えられる。

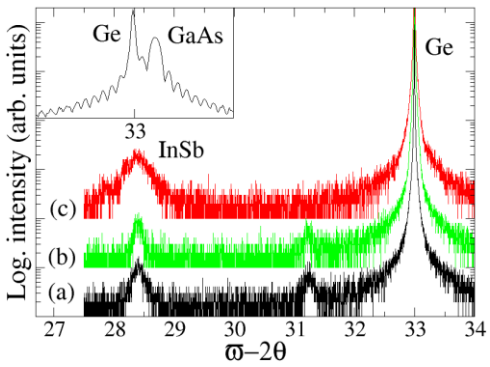

Fig. X-ray diffraction spectra [004] for (a) on Ge, (b) on 10 cycle MEE InSb, (c) on 50 cycle GaAs MEE. Inset: XRD spectrum for GaAs on Ge.

【参考文献】[1] 室谷他, 結晶成長学会誌, **13**, 259(1986). [2] W. Li et. al., J. Cryst. Growth, **227-228**, 104(2001), T. Masuda et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **49**, 465105(2016).

© 2021年 応用物理学会