In-situ MoO_x キャップを施した $BaSi_2$ エピタキシャル膜の電気/光学特性評価

Characterization of electrical and optical properties of $BaSi_2$ epitaxial films grown on Si(111) by molecular beam epitaxy with in-situ MoO_x capping

°武内 大樹 [1], W. Du[1], 高部 涼太 [1], 都甲 薫 [1], 原 康祐 [2], 宇佐美 徳隆 [3,4] 末益 崇 [1,4]
([1] 筑波大学院 電子・物理工学専攻 ・[2] 山梨大学・[3] 名古屋大学・[4]JST-CREST)
°H. Takeuchi[1], W. Du[1], R. Takabe[1], K. Toko[1], K. Hara[2], N. Usami[2,3], T. Suemasu[1,3]
([1]Univ. Tsukuba, [2] Univ. Yamanashi, [3]Nagoya Univ., [4]JST-CREST)
E-mail:bk201011055@s.bk.tsukuba.ac.jp

[背景・目的]

我々は、シリサイド半導体 $BaSi_2$ を新たな太陽電池の材料として注目している。$BaSi_2$ は 1.5 eV の光に対して光吸収係数が 3×10^4 cm^{-1} と結晶 Si の 30 倍も大きい。また、禁制帯幅は 1.3 eV と太陽電池の理想的な値に近いため、高効率薄膜太陽電池材料として期待を寄せている[1]。これまで我々は $BaSi_2$ の基礎物性を様々なアプローチで明らかにしてきたが、その多くが一度大気に晒された試料を用いてきた。先行研究で、酸化膜を積極的に利用した ITO/MoO_x/n-$BaSi_2$ 構造に注目して太陽電池動作を達成した。しかし、チャンバー内で $BaSi_2$ 層成長後、そのまま MoO_x を堆積した場合と、$BaSi_2$ 層の表面を大気暴露した後に MoO_x を堆積した場合では、電流電圧特性の整流性に大きな違いが現れることが明らかになった[2]。この結果は $BaSi_2$ が大気暴露の有無によってその性質が大きく変化することを示唆している。本研究では、大気暴露せずに in-situ MoO_x キャップを施した $BaSi_2$ エピタキシャル膜の電気/光学特性を評価する事を目的とする。

[実験]

熱反応堆積(RDE)法と分子線エピタキシー(MBE)法を用いて試料を作製した[3]。まず RDE 法で高抵抗 n-Si(111)基板上にエピタキシャルテンプレートを作製した。続けてアンドープ $BaSi_2$ を MBE 法で 500 nm 程度成長した。次に MoO_x を約 20 nm 堆積した。結晶性を高速反射電子線回折(RHEED)と θ-2θ X 線回折で、少数キャリア寿命を μ-PCD 法で、光学特性を分光感度測定でそれぞれ評価を行った。

[結果と考察]

Figure1 に試料の μ-PCD 法による測定の結果を示す。測定の結果、2 段階の減衰が見られた。1 つ目の減衰が少数キャリア寿命(τ_{SRH})に当たると考え計算した結果、τ_{SRH} は 0.037 μs であった。大気に晒さずキャップを施した $BaSi_2$ の少数キャリア寿命は過去の結果[4,5]と比較して非常に短いことが分かった。Figure2 に試料の面内方向の分光感度測定の結果を示す。表面電極はスパッタ法で堆積した ITO を使用した。$BaSi_2$ の光吸収が大きくなる短波長領域ではスペクトルが観測できなかった。これは、$BaSi_2$ のキャリア寿命が極端に短いこと示しており、μ-PCD 測定の結果と一致している。また、1200 nm 付近から Si 基板の光吸収に起因するスペクトルが見られた。$BaSi_2$/Si 界面のバンドオフセット(ΔE_C= 0.8 eV, ΔE_V= 0.6 eV)を超えてキャリア輸送が生じていることから、この界面がトンネル接合となっている可能性があり、$BaSi_2$ のキャリア密度が高いことを示唆している。

今後は、基板の影響をなるべく排除するため SOI 基板を用いて試料作製を行い、ホール測定によって大気暴露されていない $BaSi_2$ のキャリア密度を明らかにしたいと考えている。

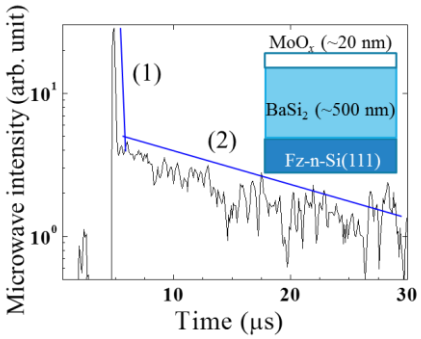

Fig.1 μ-PCD decay curve of sample.

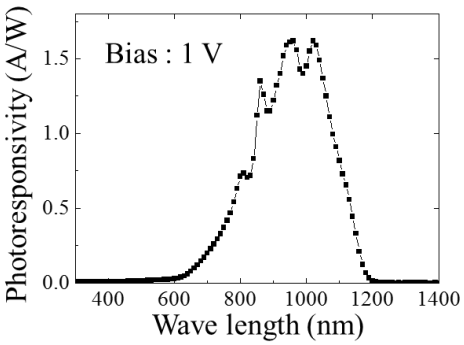

Fig.2 In-plane photoresponse spectrum of sample.

[1] K. Toh *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
[2] W. Du *et al*, Appl. Phys. Lett. **106**(2015)122104.
[3] Y. Inomata *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) L478.
[4] R. Takabe *et al*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 193510
[5] K. O. Hara *et al*, J. Appl. Phys. **112** (2012) 083108

© 2015年 応用物理学会