表面活性化接合による GaAs/GaAs 界面における元素分布評価

Elemental distribution analysis around GaAs/GaAs homointerfaces fabricated by surface-activated bonding method

東北大金研 [1]，大阪市大院工 [2]
°清水 康雄 [1]，海老澤 直樹 [1]，大野 裕 [1]，梁 剣波 [2]，重川 直輝 [2]，井上 耕治 [1]，永井 康介 [1]
IMR Tohoku Univ.[1], Osaka City Univ.[2]
°Y. Shimizu[1], N. Ebisawa[1], Y. Ohno[1], J. Liang[2], N. Shigekawa[2], K. Inoue[1], and Y. Nagai[1]
E-mail: yshimizu@imr.tohoku.ac.jp

背　景：高い変換効率を持つ太陽電池の開発において，Si/III-V 族によるタンデム型素子の研究が注目されている．表面活性化接合（SAB: Surface-activated bonding）法は室温下での異種材料の接合形成が可能であり，この方法を用いて InGaP/GaAs/Si 接合太陽電池の作製に成功し，26%もの変換効率を実現している[1]．本来，SAB 法は接合のための熱処理過程を必要としないが，高速 Ar ビーム照射による試料表面活性プロセスの影響があるため，接合後の熱処理により界面抵抗の低減化を図っている．本研究では，SAB 法で形成した GaAs/GaAs 接合界面に着目し，３次元アトムプローブ（3DAP）法を適用して接合界面近傍における３次元実空間上の元素分布を明らかにするとともに，SAB 法による接合後の熱処理の効果を調べた．

実　験：室温下で *n*-GaAs(100)面同士を接合後，N_2 雰囲気中で 400 °C で 1 分間の熱処理を施した試料を用意した．**Figs. 1(a)-1(c)**に 3DAP 評価に向けた実験手順を示す．集束イオンビーム（FIB）を用いて所望の接合界面を含むように切削・リフトアウトを実施した後，透過電子顕微鏡（TEM）・3DAP 共通の試料台に乗せた．FIB による環状ミリングにより針状試料を作製・深さ調整を施し，3DAP 測定領域に含まれるよう TEM で界面位置を確認した．3DAP 法により GaAs/GaAs 界面近傍の元素分布を調べ，接合後の熱処理前後の結果を比較・検討した．

結　果：Fig. 1(d)に熱処理前の GaAs/GaAs 界面を含む As の３次元マップを示す．接合界面では少量の不純物元素を確認できるものの，3DAP 測定による電界蒸発に耐えうる強固な接合面が形成されていることが分かった．また，接合界面近傍では As 欠損が見られているが，EDS 結果による As 強度分布とよく一致しており[2]，400 °C の熱処理によって Ga : As 組成が回復する傾向が見られた[3]．先行研究において，GaAs/GaAs 界面では接合後の熱処理により良好な電気特性が得られた報告があるが[4]，3DAP 測定で明らかとなった As 欠損の回復が関連していると示唆される．

謝　辞：本研究の一部は，JSPS 科研費（15H05413）および NEDO による支援を得て実施した．

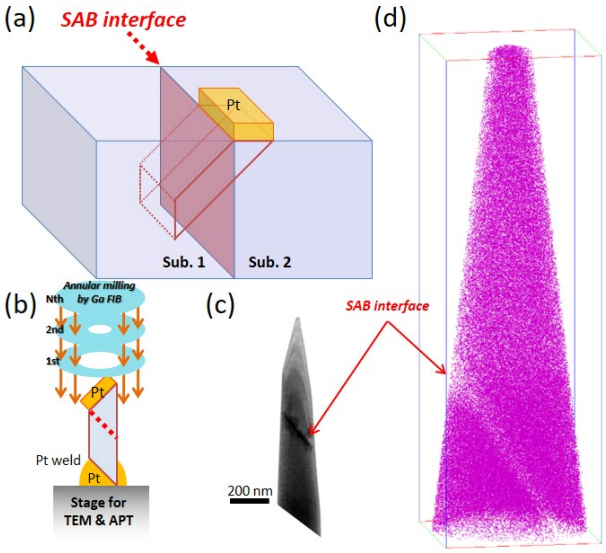

Fig. 1: (a) Experimental strategy for lifting out the SAB interface region by FIB method. (b) Mounting on stage for TEM observation and 3DAP measurement. (c) Typical TEM image including the SAB interface in a single specimen for 3DAP. (d) As distribution around the as-bonded GaAs homointerfaces. The analysis volume is 89×90×282 nm^3.

参考文献：

[1] N. Shigekawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 08KE03 (2015).
[2] Y. Ohno *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 02BA01 (2018).
[3] Y. Ohno *et al.*, Proc. 5th Int. IEEE Workshop Low Temperature Bonding for 3D Integration, 2017, p. 4.
[4] L. Chai *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 068002 (2016).

© 2019年 応用物理学会