

Cz Si 引上げ炉内の黒鉛部材から発生する CO ガスと Si の反応

Reaction of silicon with gaseous CO generated from graphite material parts in Czochralski silicon furnace

グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社 技術部基盤技術グループ

○坪田 寛之、永井 勇太、安部 吉亮、松村 尚

Base Technology, Technology, GlobalWafers Japan Co., Ltd

Hiroyuki Tsubota, Yuta Nagai, Yoshiaki Abe, Hisashi Matsumura

E-mail: Hiroyuki_Tsubota@sas-globalwafers.co.jp

【諸言】近年、Si 結晶内の炭素がデバイス特性に影響を与えていることが分かってきた[1]。Czochralski silicon(Cz Si)結晶の炭素汚染は、引上げ炉内の黒鉛部材と融液から蒸発する SiO ガスとの反応により発生する CO ガスがポリシリコンの溶解後、Si 融液を汚染することによって考えられている。我々のグループは、引上げ炉内のガス分析により、ポリシリコンの溶解前(SiO ガス蒸発前)にも CO ガスが多量に発生していることを確認した [2]。しかし、ポリシリコンの溶解前に発生する CO ガスによる Si 単結晶の炭素汚染の影響は明らかではない。本研究では、ポリシリコン溶解前に発生する CO ガスがポリシリコン表面を炭素汚染するモデルを考え、これを検証する試験を行った。

【実験】直径 300mmCz Si 単結晶用引上げ炉に、石英ルツボ、原料ポリシリコンをセットせず、黒鉛部材のみを配置した状態で、炉内中心軸上に Si ウェーハを設置した。Si ウェーハは直径 150mm、面方位(111)、Ptype($1\Omega\text{cm}$ 以上)を用いた。続いてこの Si ウェーハを引上げ炉内でポリシリコンが溶解する温度よりも低い温度にて熱処理した。熱処理は Ar ガス流量 10L/min、炉内圧 15Torr、1000℃以下の温度で 2h の処理である。熱処理後の Si ウェーハを X 線光電子分光(XPS)にて表面分析し、イオンミリング法による断面加工後、透過型電子顕微鏡(TEM)にて断面分析した。

【結果】Fig.1 に熱処理後の Si ウェーハの TEM 像を示す。この結果から、Si 上に厚さが 5~6nm の積層膜が形成されていることが分かる。また、電子回折パターン及び、XPS での表面分析により、この積層膜は 3C-SiC と同定された。この結果は黒鉛部材から発生した CO ガスが Si ウェーハ表面で反応し SiC 膜を形成したことを示唆している。これより、Cz Si 単結晶の炭素汚染モデルの一つとして、ポリシリコン溶解前に炉内で発生したガスと熱せられたポリシリコンが反応し、表面に SiC 膜を形成し、その後のメルトプロセスでポリシリコンが SiC と共に溶解し、融液を炭素汚染することが考えられる。ポリシリコン表面の SiC 化を抑制することにより低炭素濃度の結晶の製造が期待できる。

参考文献

[1]K.Takano, A Kiyoi and T. Minato, Proceedings of the 27th

International Symposium on Power Semiconductor Devices & IC's (2015) 129

[2]永井勇太,坪田寛之,松村尚 第 65 回応用物理学会 春季学術講演会 (2018) 18a-D103-4

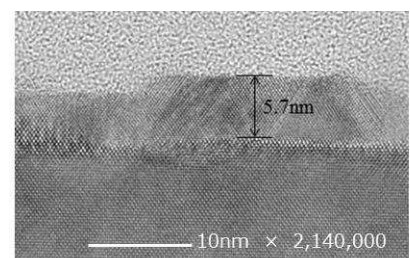


Fig.1 High resolution transmission electron microscopy image from the [110] direction (cross section) in the Si substrate annealed under 1000℃ for 2h in CZ Si furnace.