

常温接合と界面制御

Interface Science and Engineering for Room Temperature Bonding

明星大 須賀 唯知

Meisei Univ. Tadatomo Suga

E-mail: suga@gakushikai.jp

表面活性化接合 (Surface Activated Bonding: SAB) による異種材料の常温接合は、窒化ケイ素セラミックスとアルミの常温接合に遡る^[1]。以来四半世紀にわたり、表面活性化接合は、金属-セラミックスのみならず、同種・異種の半導体のウエハ接合に適用されてきた^{[2][3]}。一方 SiO₂ を主鎖とするガラスに対しては、その自由度の高い結合のネットワーク構造により、活性なダングリングボンドの寿命が極めて小さく、イオン衝撃のみによる標準表面活性化ではうまく接合できないことがわかってきた。また酸化物や炭化物、窒化物などのイオン結晶性の材料では、接合できるもの、できないものが様々あり、選択的なスパッタにより表面層が金属的な表面になって接合できると予想される場合や、逆に反応性の低い表面が形成される場合がある。そこでこれらの材料にも対応できる手法として、活性な金属や Si、あるいは常温接合が可能な酸化膜などのナノ密着層を介在させて接合する拡張表面活性化接合 (Modified SAB) が提案されている^[4]。この方法の有利な点は、接合する母材の種類によらず、多くの材料が接合可能になることであり、ポリマフィルムやガラスなどの異種材料の接合が可能になる^[5]。この方法では通常の有機接着では実現できない高度な封止が可能であり、また GaN や SiC などのワイドバンドギャップ半導体の接合や、ダイヤモンド、グラフェンなどの炭素材料、2次元材料など新しい材料の接合に様々な可能性がある^[6]。また、Si ナノ密着層と親水化処理と組み合わせることで、親水化接合の欠点である OH 基の分解による水素のバブルの発生が抑制できるなど、新しい可能性が生まれている^[7]。

文献

- [1] T. Suga, Y. Takahashi, H. Takagi, B. Gibbesch, G. Elssner: Structure of Al-Al and Al-Si₃N₄ interfaces bonded at room temperature by means of the surface activation method, *Acta metall. mater.*, 40, Suppl., S133-S137, 1992
- [2] H. Takagi, K. Kikuchi, and R. Maeda, T. R. Chung, T. Suga : Surface activated bonding of silicon wafers at room temperature, *Appl. Phys. Lett.* 68, pp.2222, 1996.
- [3] T. R. Chung, L. Yang, N. Hosoda, T. Suga: Room temperature GaAs-Si and InP-Si wafer direct bonding by the surface activated bonding method, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B121, pp.203-206, 1997
- [4] Takashi Matsumae, Masahisa Fujino, and Tadatomo Suga: Room-temperature bonding method for polymer substrate of flexible electronics by surface activation using nano-adhesion layers, *Jap. J. Appl. Phys.*, 54, 10, 101602-1 -101602-7 (2015)
- [5] M. M. Howlader, T. Suga, M. J. Kim: A Novel Bonding Method for Ionic Wafers, *IEEE Trans. Adv. Packag.*, Vol. 30, No. 4, (2007), pp. 598-604.
- [6] Fegnwen Mu, Ran He, Tadatomo Suga: Room temperature GaN-diamond bonding for high-power GaN-on-diamond devices, *Scripta Materialia*, Vol. 150, Mar, (2018) pp. 148-151.
- [7] Ran He, Masahisa Fujino, Akira Yamauchi, Yinghui Wang, Tadatomo Suga: Combined Surface Activated Bonding Technique for Low-Temperature Cu/Dielectric Hybrid Bonding, *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, Vol. 5, No. 7, (2016) 419 424.