

プラズマ活性化接合における SiCN 表面の微視的变化に関する解析

Kinetics of Dangling Bonds and Open Spaces of SiCN for Surface for Plasma Activated Direct Bonding

横浜国立大学¹, imec², 筑波大学³ (B) 蛸子 颯大¹, (M1) 大西 洸輝¹, 永野 風矢² 上殿 明良³
井上 史大¹

Yokohama National Univ.¹, imec², University of Tsukuba³ °Sodai Ebiko¹, Koki Onishi¹,

Fuya Nagano² Akira Uedono³, Fumihiko Inoue¹

E-mail: inoue-fumihiko-ty@ynu.ac.jp

半導体三次元集積において、wafer-to-wafer(W2W)接合がブレイクスルーを達成するための重要なプロセスとして開発されている。接合絶縁膜として SiO₂ が一般的に用いられているが、接合後の界面でのボイド形成が問題視されており、新規な絶縁膜として SiCN が注目を集めている。

本研究ではプラズマ励起化学気相堆積(PECVD)で成膜した SiO₂ と SiCN のウエハペアを使用し、250°C、350°Cの接合後アニール(PBA)後に界面で生じる変化を様々な解析手法を用いて検討した。

走査型超音波顕微鏡(SAM)を用いて接合界面を観察した結果、SiO₂ では 350°Cの熱処理でウエハの端にボイドが確認された(Fig 1. (a)-(d))。一方で SiCN では 350°Cでもボイドの発生がなく、熱的に安定した接合界面が確認された。原子レベルの空孔欠陥(オープンスペース)は陽電子消滅法(PAS)によって評価した。SiO₂ のみで 350°Cの PBA で顕著なオープンスペースの増加が確認された。これはオープンスペースに吸収された水分子の脱離が起因しており、ボイド形成の一つの要因であると考えられる。さらに電子スピン共鳴法(ESR)では絶縁膜中のダングリングボンド密度を評価した。SiO₂ ではプラズマ活性化前後で 17%程度の増加にとどまったが、SiCN では 47%以上も増加した。

以上の結果から SiCN ではダングリングボンドと水分子による化学反応が進展し、ボイド形成の原因となる水分の脱離を防ぎ、ボイド形成を抑制すると推測される(Fig 1. (e))。一方で SiO₂ 膜には抑制する十分な量のダングリングボンドが存在しないため、水分子がとどまり 350°CのPBAでボイドが形成されたと考えられる。

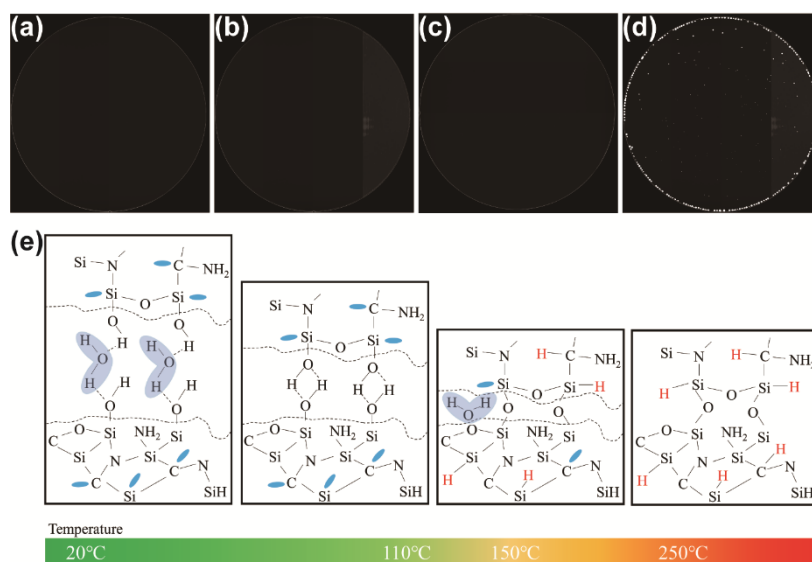


Fig 1. SAM images of SiCN bonded wafer after the PBA at (a)250°C and (b)350°C, SiO₂ bonded wafer after the PBA at (c)250°C and (d)350°C, (e) Transformation of SiCN bonding interface by increasing of PBA