

# プラズマ活性化による表面改質とウエハ接合時の挙動解析

## Surface Characterization for Bonding Dynamics in Wafer Bonding

横浜国大<sup>1</sup>, <sup>○</sup>(B)尾形 峻太<sup>1</sup>, (M1)佐藤 亮輔<sup>1</sup>, (M1)北川 颯人<sup>1</sup>, (M2)蛸子 颯大<sup>1</sup>, 井上 史大<sup>1</sup>

YOKOHAMA Nat. Univ.<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Ryota Ogata<sup>1</sup>, Ryosuke Sato<sup>1</sup>, Hayato Kitagawa<sup>1</sup>, Sodai Ebiko<sup>1</sup>,

Fumihiko Inoue<sup>1</sup>

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

BS-CIS や NAND メモリでのハイブリッド接合やロジックデバイスにおける裏面電源供給ネットワーク (BSPDN)、CFET デバイスなど、ウエハ接合技術による新規な 3D 集積構造に期待が集まっている。それら次世代のウエハ接合ではウエハの歪みを最小限に抑えることが必要である。上下のウエハ間の歪みは接合時のボンドウェーブ速度が大きく関与していると知られている一方で、このボンドウェーブ速度の制御方法については十分に研究されていない。[1], [2]

そこで本研究では、表面の活性化状態がどのようにボンドウェーブに寄与するかを 300 mm ウエハ上で試験を行った。接合の絶縁膜には SiO<sub>2</sub> を用いた。N<sub>2</sub> もしくは O<sub>2</sub> プラズマを用いて表面活性化処理を施し、その表面特性について和周波発生分光法 (SFG) や接触角測定、ゼータ電位測定を用いて評価を行った。その後、ウエハを接合し、ボンドウェーブ速度と吸着エネルギーを IR カメラを用いて測定した。

まず、SFG を用いて表面の化学結合状態評価を行った結果を Fig.1 に示す。(a) のプラズマ活性化前後を比較すると、活性化前は 3750 cm<sup>-1</sup> 付近にピークが見られていたが、活性化後にはピーク左側に広がりを見せた。これは表面のシラノール基が水素結合を形成している状態を意味している。[3] また (b) では、プラズマ強度の増加に伴い、3500 cm<sup>-1</sup> から 3750 cm<sup>-1</sup> の範囲において SFG 強度が全体的に増加する結果が得られた。これはプラズマ活性化処理によってヒドロキシ基の量が増加したことを意味している。次に、接合時のボンドウェーブ速度を測定した結果を Fig.2 に示す。プラズマ活性化処理によってボンドウェーブ速度は 2 倍以上に増加したことが分かった。一方でプラズマ強度を大きくすると、ボンドウェーブ速度は減少することを確認した。さらに接触角測定による濡れ性の評価およびゼータ電位測定による表面電荷特性評価を実施し、

得られた結果をボンドウェーブ速度および吸着エネルギーと比較検討した結果を紹介する。

[1] K. Abadie, et al., IITC (2024)

[2] R. Sato, et al., LTB-3D (2024)

[3] Michael L. Hair, Journal of Non-Crystalline Solids 19 (1975) 299-309

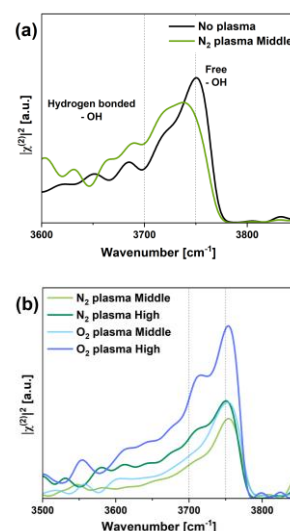


Fig.1 SFG spectra. (a): before and after plasma activation, (b): after various plasma activation and plasma power

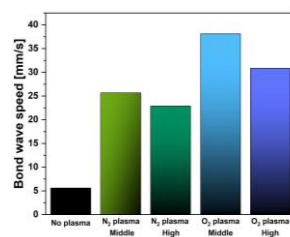


Fig.2 Comparison of bond wave speed.