ハイブリッド接合への応用に向けた SiCN 膜の接合メカニズム解明

Characterization of SiCN Bonding Mechanisms for Hybrid Bonding

横浜国大 [1], (株) 東レリサーチセンター[2], ○(B)山本 泰輔 [1], (M1)北川 颯人 [1],
(M1)佐藤 亮輔 [1], (M2) 蛯子 颯大 [1], 坂田 智裕 [2], 井上 史大 [1]
YOKOHAMA Nat. Univ. [1], Toray Research Center, Inc.[2], °Taisuke Yamamoto[1], Hayato Kitagawa[1],
Ryosuke Sato[1], Sodai Ebiko[1], Tomohiro Sakata[2], Fumihiro Inoue[1]
E-mail: inoue-fumihiro-ty@ynu.ac.jp

ハイブリッド接合をはじめとする先端 3D 集積構造実現のためのプロセスとして、ウエハ接合の重要度が高まっている。従来、接合絶縁膜として SiO_2 が用いられている。しかし、ボイド形成に課題があり新規な絶縁膜として SiCN に大きな期待が集まっている[1]。本研究では、界面の化学結合状態に着目し高接合強度に寄与する要因探索を行った。

300 mm ウエハ上に、 PECVD を用いて SiCN を堆積させたのち、CMP によって平坦化処理を行った。その後、N_2 もしくは O_2 プラズマを照射し、表面特性解析のために ESR（電子スピン共鳴法）および XPS（X 線光電子分光法）を行った。その後、大気下でウエハ同士の貼り合わせを行い、250 ℃ で PBA（Post bond anneal）をした後、TEM-EELS（透過型電子顕微鏡・電子エネルギー損失分光法）を用いて接合界面解析を行った。

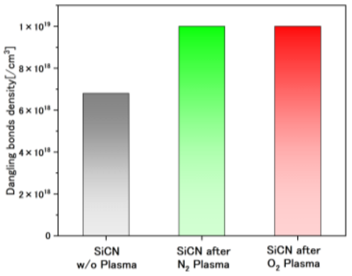

Fig. 1. The number of Dangling bonds in before/after plasma activation by ESR.

Fig. 1 に ESR を用いて測定したプラズマ照射前後のダングリングボンド量を示す。プラズマ照射によって、ダングリングボンド量は増加することがわかる。また、ダングリングボンドの増加量はプラズマ原料ガス種に依存しないこともわかる。XPS の結果（ここではデータ省略）から、N_2 プラズマ照射により炭素を含む結合の割合が増加することがわかるため、炭素ダングリングボンドが N_2 プラズマによって形成されると考えられる。

Fig. 2 に N_2 プラズマを照射した後の PBA 前後の接合界面の解析結果をそれぞれ示す。PBA の有無に関わらず接合界面近傍に SiCO 層が形成されていることがわかる。また、PBA によって界面の炭素の割合が減少し、酸素の割合が増加したことがわかる。O_2 プラズマの場合には接合界面近傍の SiCO 層は見られなかったため、N_2 プラズマによって形成された炭素ダングリングボンドが SiCO 層の形成に寄与していると考えられる。また、PBA によって界面残留水と炭素ダングリングボンドが結合することで界面の酸素の割合が増加したと考えられる。

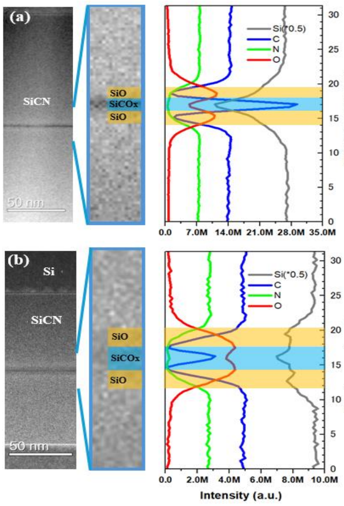

Fig. 2. TEM images of bonding interface and composition maps by EELS measurement (a) before PBA (b) after PBA with N_2 plasma.

[1] F. Inoue et.al., ECTC 2024