

Chip-On-Wafer 構造における張り合せ Si チップ端近傍の歪分布 Strain Distributions at Edge of Corner in Bonded Si in Chip-On-Wafer Structures

○¹田岡紀之, ¹中塚理, ^{2,3}水島賢子, ^{2,3}北田秀樹, ³Young Suk Kim,

²中村友二, ^{3,4}大場隆之, ¹財満鎮明

¹名大院工, ²富士通研究所, ³東工大, ⁴東大

¹Nagoya University, ²Fujitsu Laboratories Ltd., ³Tokyo Institute of Technology, ⁴The Univ. of Tokyo

○¹N. Taoka, ¹O. Nakatsuka, ^{2,3}Y. Mizushima, ^{2,3}H. Kitada, ³Y. S. Kim, ²T. Nakamura, ^{3,4}T. Ohba, and ¹S. Zaima

E-mail: ntaoka@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

【背景】Si ULSI デバイスの性能向上は、これまで主にデバイススケールングによってなされてきた。しかしながら、近年、ショートチャネル効果の顕在化や、原子サイズオーダーで制御されたリソグラフィ技術の要求から、デバイススケールングによる ULSI デバイスの性能向上は極めて困難になっている。そのため、ULSI を 3 次元的に積層する技術に、注目が集まっている。その技術のひとつとして、集積回路を形成したウェハ上に、集積回路が形成された Si チップを積層する chip-on-wafer(COW)技術がある。COW 構造では、薄膜化した Si チップを有機接着材でウェハに張り合わせる。そのため、有機材料と薄膜化 Si との界面に、熱膨張係数やヤング率等の違いから大きな応力が加わることが予測される[1]。また、張り合わせた Si チップの先端において、応力が大きくなることも計算により明らかになっている[1]。これらの歪揺らぎが MOSFET の閾値電圧のバラツキを引き起こすことも考えられ[2]、歪分布を正確に把握することが重要となる。そのため、本研究では COW 構造において、チップ端近傍の歪分布を X 線マイクロビーム回折法および顕微ラマン分光法において、詳細に調べた。

【実験】図 1(a)および 1(b)に本研究において使用した COW 構造の側面図と上面図をそれぞれ示す。薄膜化した Si の厚さは 20 μm である。図 1(b)の点線で示す様に、チップ端 10 μm 四方の歪を X 線マイクロビーム回折法で評価した。ここで、マイクロビームのビームサイズは 0.48 μm $\times$ 0.30 μm である。また、歪評価の妥当性を確認するために、レーザースポットサイズ 1 μm の顕微ラマン分光法においても、歪分布を評価した。

【結果】図 2 は、X 線マイクロビーム回折法で評価した歪分布である。ここで、歪分布は、張り合わせ Si チップと下地 Si ウェハの 004 回折から求めた面間隔の差より求めた。チップ端 3~4 μm 付近において 0.3-0.5%の引張歪が存在していることが分かる。一方、5 μm 以上チップ端から離れたところでは、0.1%以下の非常に小さい引張歪が存在していることが分かる。また、引張歪は、顕微ラマン分光法によっても確認された。図 3 は、X 線マイクロビーム回折法およびラマン分光法で評価した歪の Y 方向に対するラインプロファイルである。ここで、図 3 中のラインプロファイルは、Z 方向について平均化している。3 μm 以上よりもチップ端に近いところでは、2つの評価方法で得られた歪は一致しないが、3 μm 以上離れたところでは、2つのプロファイルは良く一致していることが分かる。このことは、歪の値が正しく評価できていることを示している。結果として、20 μm まで薄膜化した Si チップを張り合わせた COW 構造において、Si チップ端には、0.1~0.3%程度の引張歪が存在することが実験的に明らかにされた。

【謝辞】マイクロ回折測定は、重点グリーン／ライフ・イノベーション推進課題 (No. 2013A1682) の支援の下、SPRing-8/BL13XU において実施された。

Ref : [1]Y. Mizushima *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **52**, 05FE01 (2013). [2] N. Sugiyama *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **47**, 4403 (2008).

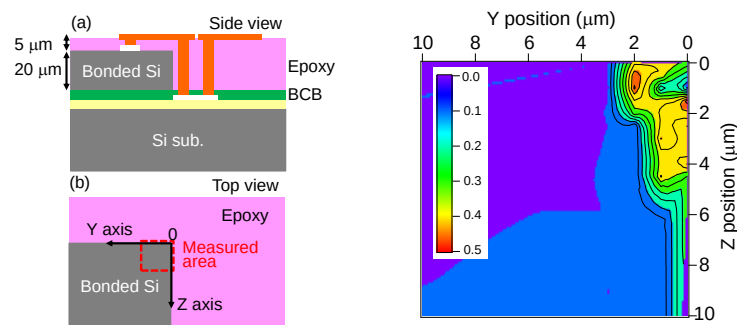


Fig. 1 Schematic diagrams of (a) side view and (b) top view of the COW sample. Here, for simplicity, Cu interconnection was not drawn in Fig. 1(b). BCB means benzocyclobutene.

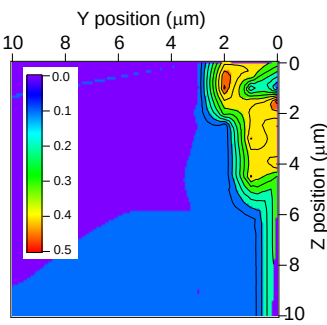


Fig. 2 Distribution of the tensile strain evaluated from the difference of Si 004 lattice spacings between the bonded and the base Si using x-ray microbeam diffraction.

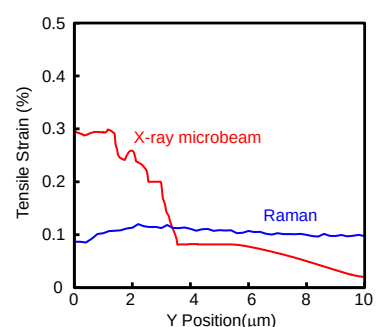


Fig. 3 Line profiles of the strain evaluated from the x-ray microbeam diffraction and the Raman spectroscopy as a function of Y position. Here, the strain values are averaged for the values of the Z position from 0 to 10 μm .