19a-C10-6

Wafer-On-Wafer 構造における Si 貫通ビア近傍の周期的歪分布

Periodic Strain Undulation around Through Si Vias in Wafer-On-Wafer Structures

⁰¹田岡紀之,¹中塚理,^{2,3}水島賢子,^{2,3}北田秀樹,^{3,4}Young Suk Kim,

²中村友二,^{3,4}大場隆之,¹財満鎭明

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

^{O1}N. Taoka, ¹O. Nakatsuka, ^{2,3}Y. Mizushima, ^{2,3}H. Kitada, ^{3,4}Y. S. Kim, ²T. Nakamura, ^{3,4}T. Ohba, and ¹S. Zaima

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

【背景】Si ULSI デバイスは、これまで主にデバイススケーリングによって、発展を遂げてきた。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、デバイススケーリングによる ULSI デバイスの特性向上は極めて困難になっている。そのため、集積 回路を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、同様に集積回路を形成したウェハを積層する wafer-on-wafer(WOW)技術がある。WOW 構造で は、張り合わせた Si ウェハを、Si 貫通ビアを介して、下地の Si ウェハと電気的に接続する[1]。これらの ウェハの接合には、有機系の接着材、無機の絶縁膜等が使われており、また、ビアには、Cu が充填されて いる。これらの熱膨張係数差による歪が WOW 構造に存在することが知られており、その歪が張り合わせ た Si 層や接着材にクラックを発生させる可能性がある。また、歪の揺らぎが MOSFET の閾値電圧のバラ ツキを引き起こすことも報告されている[2]。そのため、本研究では、WOW 構造における Si 貫通ビア近傍 の歪分布をマイクロX線回折によって詳細に調べた。

【実験】Si 貫通ビアを有する WOW 構造は、図 1(a)に示すプロセスによって作製した。Si ウェハを薄膜化 後、真空中 250℃の熱処理によって、薄膜化した Si ウェハと下地ウェハを張り合わせた。貫通ビアをドラ イエッチングによって形成し、Cu 配線を貫通ビアに埋め込んだ。その後、平坦化処理を行った。作製した 試料を窒素雰囲気中 100℃ または 200℃ で 30 分間熱処理した。作製した試料構造を図 1(b)に示す。これ らの試料のSi貫通ビア近傍の歪を、マイクロX線回折によって詳細に調べた。

【結果】図2は、200℃で熱処理した試料におけるSi貫通ビア近傍の歪分布である。ここで、歪分布は、 張り合わせ Si ウェハと下地 Si ウェハの 004 回折から求めた面間隔の差より求めた。歪分布は、Si 貫通ビ アの配置に強く依存していることが分かる。また、比較的大きな伸長歪が、Si貫通ビアから 20µm 以上に わたり分布していることが分かる。また、熱処理温度が歪分布に与える影響を明らかにするために、各温 度で熱処理した試料の Si 貫通ビア近傍での歪のラインプロファイルを図3に示す。すべての試料において、 周期が 40µm の歪のうねりが確認できる。そのうねりは、100℃ で熱処理した試料において、もっとも小 さく、200℃では、もっとも大きくなっていることが分かる。このことは、適切な条件で熱処理すること によって、歪のうねりを低減することができ、デバイス動作のバラツキを抑えることができることを示し ている。

【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. 2012A1641)の支援の下、 SPring-8/BL13XU において実施された。



Ref : [1]T. Ohba, Proc. on IEEE IWJT, p. 61(2011). [2] N. Sugiyama et al., Jpn. J. Appl. Phys., 47, 4403 (2008).

Fig. 1: (a) Fabrication process flow of the Fig. 2: Strain distributions of the sample and (b) the sample structures. samples annealed at 200°C



Fig. 3: Line profiles of the strain extracted from Fig. 2. Here, the line profiles are averaged by the values obtained from -10µm to -20µm in Z positions.