

29p-G16-14

Si ウェーハの曲げ強度に対する表層酸素濃度の影響

Effect of oxygen concentration in subsurface layer on the bending strength of silicon wafers

グローバルウェーハズ・ジャパン株式会社 技術部基盤技術グループ¹, 大阪大学 大学院基礎工学研究科²°須藤治生¹, 青木竜彦¹, 荒木浩司¹, 日高洋美¹, 荒木延恵¹, 中村芳明², 酒井朗², 泉妻宏治¹GlobalWafers Japan Co.,Ltd. Technology, Base Technology¹,Department of Systems Innovation, Graduate School of Engineering Science Osaka Univ.²,°Haruo Sudo¹, Tatsuhiko Aoki¹, Koji Araki¹, Hiromi Hidaka¹, Nobue Araki¹, Yoshiaki Nakamura²,Akira Sakai², and Koji Izunome¹

E-mail: Haruo_Sudo@sas-globalwafers.co.jp

1. 緒言

近年、デバイスの微細化が限界に近づくなかで、特性向上を図る方法の一つとして、3次元積層構造化が検討されている。3次元積層構造は、その製造過程において Si ウェーハの薄厚化が必要となる。Si ウェーハの厚さ減少により、曲げ変形量が増加することから機械的強度が課題となる可能性がある^[1]。このため、曲げ変形に対する Si ウェーハの機械的強度の向上方法を検討することは、非常に重要になってくることが考えられる。

曲げ変形は、Si ウェーハの表裏面において、圧縮応力、もしくは引張り応力が負荷されるが、Si ウェーハに含まれる各種欠陥やドーパント、または不純物濃度などが複合的に影響することが考えられる。ただし、負荷される深さ方向の応力分布^[2]を考慮すると、Si ウェーハの極表層の影響度は高いものと推測される。

今回、機械的強度の向上効果があることが知られている酸素^[3]に注目し、RTO(Rapid Thermal Oxidation)により、Si ウェーハの極表層の酸素濃度を局所的に変化させ、曲げ強度に対する影響を調査した。

2. 実験方法

チョクラルスキー法で育成した酸素濃度 $1.1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ (Old ASTM 値) の $\phi 300 \text{ mm}$, P タイプ (ボロン濃度 $1.3 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$), 厚さ 0.774 mm の Si(100) ウェーハを市販の縦型炉を用い Ar 雰囲気下, 1200°C , 1h の熱処理を行った。続いて、最高温度 $1300 \sim 1350^\circ\text{C}$ で、Si ウェーハの表裏面から深さ $15 \mu\text{m}$ 範囲の酸素濃度を RTO で大きく変化させた。RTO 後、ヘキカイにより、長さ $60 \text{ mm} \times$ 幅 $13 \text{ mm} \times$ 厚さ 0.774 mm の試験片を作製した。

その後、アルバック理工社製の応力印加型高温観察歪測定装置 (MS-F-TME2/7000) を用いて、 N_2 雰囲気下, 1000°C , 荷重速度 0.1 mm/min にて 3 点曲げ試験を行い、得られた応力-歪曲線より最大分解せん断応力^[4]を求めた。

3. 結果

RTO 後の Si ウェーハの表層酸素濃度は、SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry) で測定した。それぞれ得られた表面から深さ $15 \mu\text{m}$ 範囲における平均酸素濃度と、最大分解せん断応力との関係を Fig.1 に示す。

試験片の厚さに対して約 4% 範囲の酸素濃度変化ではあるが、表層酸素濃度に依存した最大分解せん断応力の変化がみられた。RTO で、表層の平均酸素濃度を $0.17 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ から $1.05 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ まで増加させた場合では、最大分解せん断応力は 4 MPa 程度向上した。

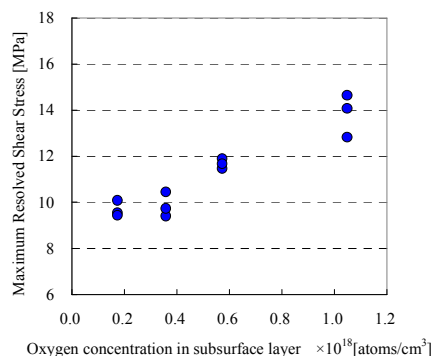


Fig.1 Relationship between maximum resolved shear stress and oxygen concentration in subsurface layer.

4. 結言

Si ウェーハの表層酸素濃度を RTO により、 $0.17 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ から $1.05 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲で変化させ、3点曲げ強度試験 (1000°C) による最大分解せん断応力との関係を調査した。

曲げ変形において、応力負荷が大きい Si ウェーハの極表層の酸素濃度を RTO により増加させることで、効果的な強度向上が図れることが示唆された。

5. 参考文献

- [1] 木野久志 他, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J94-C, No.11 p.411-418(2011)
- [2] 日比野文雄 曲げ変形の物理学 p.14-15(2010)
- [3] I. Yonenaga, K. Sumino, and K. Hoshi, J. Appl. Phys. 56, 2346 (1984)
- [4] 藤井修 他, 日本機械学会材料力学部門講演会講演論文集 Vol.B(1995)