

課題番号 : F-12-TT-0041
 支援課題名 (日本語) : マイクロマシン材料の破壊・疲労機構解明に関する研究
 Program Title (in English) : Mechanical Fracture and Fatigue Mechanism of MEMS Materials
 利用者名 (日本語) : 喜多 俊文
 Username (in English) : Toshifumi Kita
 所属名 (日本語) : 名古屋工業大学
 Affiliation (in English) : Nagoya Institute of Technology

概要 (Summary) :

MEMSの主な構成材料であるシリコンの疲労機構は未解明である。脆性材料ゆえ金属材料とは全く異なる表面酸化膜起因の仮説が提唱される一方、圧縮応力下では転位生成の活性化エネルギーが大きく低下するという報告もある。そこで本研究では転位等内部欠陥と疲労機構の関連の可能性を検討するため、圧縮応力が集中するように試験片を設計した。この試験片を用いて、高温高湿度環境中で繰り返し圧縮応力を受ける試験片内部の結晶欠陥をEBICによって観察し、疲労過程の可視化を試みた。

実験 (Experimental) :

単結晶シリコンウェハを用いて短冊形状の試験片に曲げ疲労試験下において圧縮応力が集中するようにDRIE装置で楕円形状の溝を形成し、イオン注入装置によってp-n接合を設けた。80°C80%の高温高湿度環境中において圧縮応力のみがかかる繰り返し応力

試験を行い、試験過程における疲労損傷状態の変化をEBICにより観察した。

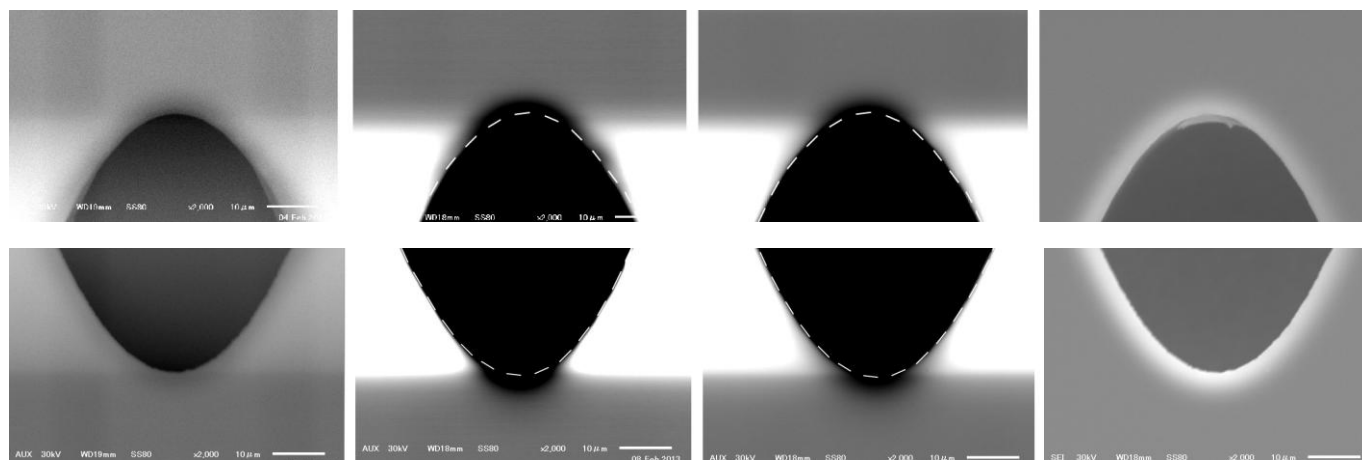
結果と考察 (Results and Discussion) :

図1は楕円溝の長軸両端を拡大したものであり、疲労試験前後におけるEBIC像とSEIである。疲労試験後において応力集中部周辺にコントラストの暗領域が発生しており、SEIでは画像の変化が確認されないことから、試験の過程において内部欠陥が発生したものと考えられる。したがって、圧縮応力により発生する欠陥が疲労機構に関与している可能性が強く示唆される。

その他・特記事項 (Others) : なし

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

電子線誘起電流を用いた圧縮応力下におけるシリコンの疲労損傷の観察, 日本機械学会東海支部第62期総会講演会講演論文集, 525 (2013), 309-310.



(a)Before fatigue test (b)After 1×10^6 cyclic loading (c)After HF treatment (d)Secondary electron image

Fig.1 EBIC and SE images of both tips of the oval trench obtained through the fatigue process