

課題番号 : F-15-KT-0018
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : シリコンの機械特性に及ぼす寸法・温度効果、その2
Program Title (English) : Effects of temperature and dimensional size on the properties of single crystal silicon, Part 2.
利用者名(日本語) : 佐藤 一雄, 藤村 洋兵, 宮地 央也, 岡崎 恭平, 小池 哲哉, 近藤 泰友
Username (English) : K. Sato, Y. Fujimura, M. Miyachi, K. Okazaki, T. Koike, Y. Kondo
所属名(日本語) : 愛知工業大学
Affiliation (English) : Aichi Institute of Technology

1. 概要(Summary)

MEMS に使われる単結晶シリコン薄膜は代表寸法がミクロンオーダーのため、変形や破壊特性がバルク材とは異なることが知られている。これに加えてシリコンは落下衝撃に弱いという知見があり、衝撃負荷に対する薄膜の機械特性の評価が必要である。本研究ではシリコン薄膜の衝撃破壊特性の温度依存性を明らかにすることを目的として実験を行う。試験片として、7.7 mm 角のシリコンチップ内に、厚さ 400 μm の錘とこれを支持する厚さ 5 μm の 4 本の梁で構成された 3 次元構造体を製作した。試験チップは SUS303 のシャトルに搭載し、一定の高さから自由落下させて衝撃試験を実施した。破壊試験を行った。本報では衝撃試験の結果について述べる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ウェハスピン洗浄装置, 厚膜フォトレジスト用スピコーティング装置, 両面マスクアライナー, レジスト現像装置, 深掘りドライエッチング装置

【実験方法】

SOI ウェハの表面にフォトレジストによるエッチングパターンを形成し、深掘りドライエッチングを行った。ウェハの裏面側からもマスクパターンを変えて同様の工程を行い、3次元の構造体を製作する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に衝撃試験結果を示す。室温で 50 回、 -70°C で 44 回、 500°C で 42 回の衝撃試験を行い、衝撃の強さをパラメータとして破壊確率曲線を得た。有限要素解析の結果、室温での 50%破壊確率は切欠き付単軸引張試験の約 5%の低応力で生じることがわかった。

一方、 -70°C ではさらに低い衝撃で破壊したことから、温度低下により靱性が低下したと考えた。 500°C ではシャトルの方が衝撃で変形したため、シリコンチップが試験片以外の箇所で破壊してしまったので、シャトルを再設計して実験を進めている。これまでの結果から、シリコン単結晶薄膜の破壊強度はひずみ速度に依存していること、衝撃破壊特性は環境温度の影響を受けることが明らかになった。今後は衝撃破壊特性に及ぼす寸法効果を検討するため、改めて試験チップを製作し、衝撃試験を実施する。

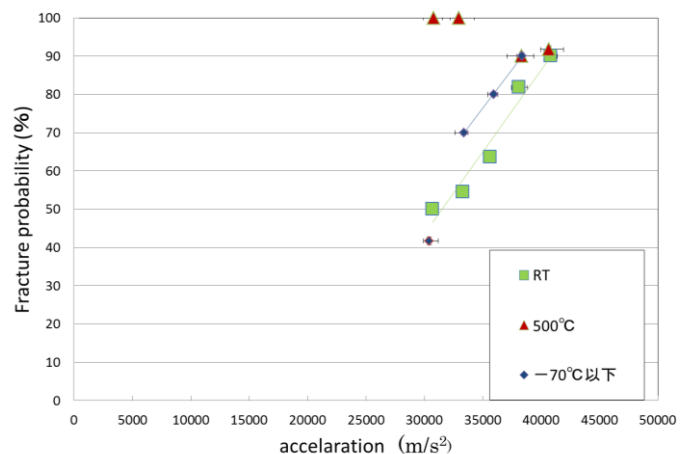


Fig.1 Relationship of fracture probability vs. directly measured impacting acceleration

4. その他・特記事項(Others) :

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) :

- (1) 藤村洋兵, 佐藤一雄, "単結晶シリコンの衝撃破壊試験", 日本機械学会 2014 年度年次大会 (2014.9.7-10) J2240301.

(2) 藤村洋兵, 佐藤一雄, ”シリコン単結晶薄膜の衝撃破壊特性に及ぼす温度の効果”, 日本機械学会第7回マイクロ・ナノ工学シンポジウム講演論文集 (2015.10.28 -30, 新潟) 30am2-PN-50.

6. 関連特許(Patent) :

なし。