

利用課題番号 : F-13-KT-0028
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : シリコン単結晶の脆性延性遷移に及ぼす寸法効果の評価 (その2)
Program Title (English) : Characterization of size-effects on the BDT of single crystal silicon : II
利用者名 (日本語) : 佐藤一雄, 藤村洋兵, 林慶太郎, 佐藤皓亮
Username (English) : K. Sato, Y. Fujimura, K. Hayashi, K. Sato,
所属名 (日本語) : 愛知工業大学工学部機械学科
Affiliation (English) : Department of Mechanical Science, Faculty of Engineering, Aichi Institute of Technology

1. 概要 (Summary) :

シリコン単結晶は、温度環境だけでなく寸法の微細化によって、脆性・延性挙動 (Brittle to ductile transition) が変化するのではないかと議論されている¹⁾。本研究は、シリコン構造体の破壊特性が温度と寸法によって変化することを実証するために、3次元構造を持つシリコン単結晶破壊試験片を大量に製作して、異なる環境パラメータのもとで破壊試験に供する。この目的で、10 mm 角のシリコンチップ内に、厚さ 400 μ m の錘とこれを支える厚さ 20 μ m の4本の梁構造を一体で製作する。試験片製作は京都大学ナノハブ施設で実施した。

これと並行して、愛知工業大学では、シリコン単結晶破壊試験を実施するため、落下式衝撃試験装置を製作し、ナノハブで製作した試験片の破壊試験を開始した。室温、ならびに、200°Cの環境で破壊試験を行い、それぞれの温度環境で落下高さをパラメータとする破壊確率曲線を得た。これまでのところ、200°Cでは、50%破壊確率を示す落下高さは室温と同等もしくはわずかに低い値であった。今後、零下 50°C付近の低温でも破壊試験を実施するとともに、さらに、試験片の梁厚さを変えて同種の実験をすすめる。梁の厚さ寸法と破壊靱性の関係を明らかにする。

2. 実験 (Experimental) :

シリコン単結晶試験片の製作のため、ナノハブ拠点で利用した微細加工装置は以下のとおりである。

- ・高速マスクレス露光装置、
- ・両面マスクアライナー、
- ・厚膜フォトリソスト用スピンコーティング装置、
- ・レジスト塗布装置、
- ・レジスト現像装置、
- ・ウエハスピン洗浄装置、
- ・深掘りドライエッチング装置 /RIE-800iPB-KU、
- ・ドライエッチング装置

加工した破壊試験片の写真と衝撃試験の仕組みを Fig.

1 に示す。

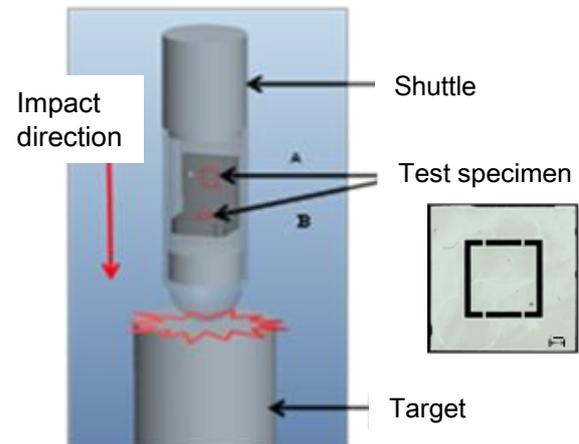


Fig.1 Fabricated test specimen 10X10 mm, and Impact testing scheme

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

衝撃破壊実験から得られた破壊確率とシャトル自由落下高さの関係を Fig. 2 に例示する。さらに大量の試験片を製作し、より多くの実験を実施する必要がある。

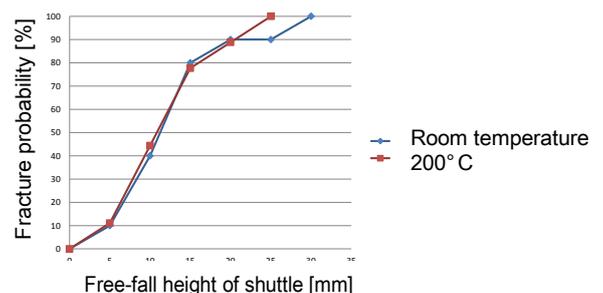


Fig. 2 Relationship of fracture probability vs. free-fall height of shuttle

4. その他・特記事項 (Others) : 参考文献 1) K. Sato, et al., Proc. IEEE MEMS-2013 (Taipei), 385-388.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) : Y. Fujimura, K. Sato, “単結晶シリコンの衝撃破壊試験”, 日本機械学会 2014 年年次大会, 2014 年 9 月 8 日 (発表予定日) .

6. 関連特許 (Patent) : なし。