

課題番号 : F-14-KT-0069  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名(日本語) : 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(その2)  
 Program Title(English) : Effect of temperature on the impact fracture properties of single-crystal silicon thin film (2)  
 利用者名(日本語) : 佐藤 一雄, 藤村 洋兵, 岡野 雄斗, 坂本 祐麻, 鈴木 泰規  
 Username(English) : K. Sato, Y. Fujimura, Y. Okano, Y. Sakamoto, T. Suzuki  
 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マイクロオーダーのため、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 500  $\mu\text{m}$  の錘とこれを支持する厚さ 5  $\mu\text{m}$  の4本の梁で構成された3次元構造体を製作して破壊試験を行った。本報では特に試験片薄膜梁構造の製造歩留まり向上策を論じる。

### 2. 実験(Experimental)

#### ・利用した装置

(A04) 高速マスクレス描画装置, (A05) 両面マスクアライナー, (A07) 厚膜フォトリソ用スピンコーティング装置, (A10) レジスト塗布装置, (A11) ウェハスピン洗浄装置, (B03) 電子線蒸着装置, (B08) 深堀りドライエッチング装置, (B10) ドライエッチング装置。

#### ・実験方法

SOIシリコン基板から衝撃破壊試験片を製作するプロセス断面図を Fig. 1 に示す。最大の課題は、厚さ 5  $\mu\text{m}$ 、長さ 200  $\mu\text{m}$  の梁を無傷に保ちつつ、厚さ 500  $\mu\text{m}$  の錘を加工できるかにあり、昨年度の歩留まりは 25%であった。

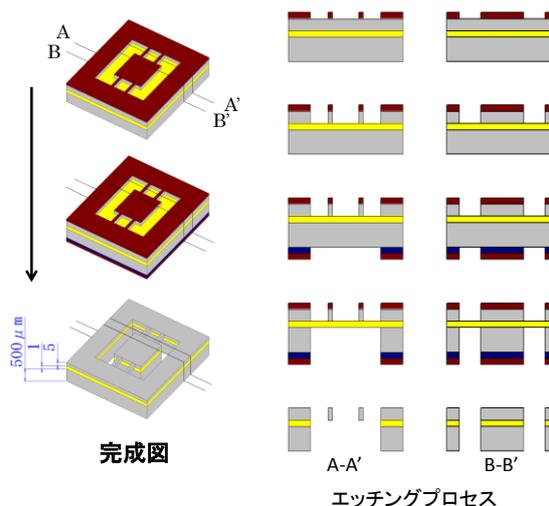


Fig. 1 Fabrication process of the impact testing chip having a seismic mass and supporting thin beam 5  $\mu\text{m}$  thick.

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 の試験チップは SOI ウェハを使用して3次元構造体を製作したが、基板層を垂直にエッチングすることができず、Fig. 2 (a)のエッチング残しが梁両端に発生した。そこで基板層のエッチングパターンを変更し Fig. 2(b)のように梁の両端にオフセットを付けることで問題を解決した。

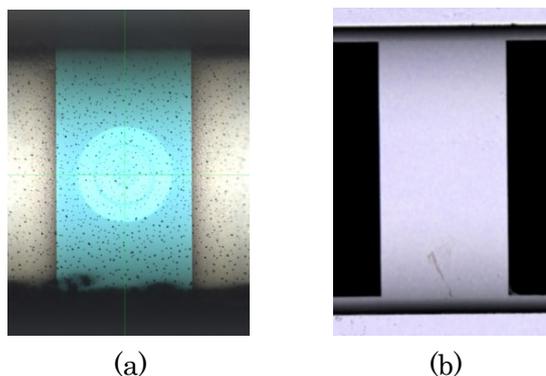


Fig. 2 Rear views of a supporting beam with (a) and without (b) etched residue at both ends.

また Fig.2 (a)のエッチング残しが無いようにオーバーエッチングを行うが、中間酸化膜が破れて表裏が貫通すると、冷却用 He がチャンバー内に漏れて装置が停止してしまう。そのため、基板層をエッチングする際にはあらかじめ SOI の表面側にダミーウェハを貼合わせる。試験チップは脆弱な構造のため、ウェハの貼合わせ方法、剥がし方法を工夫した。その結果、歩留りが 52%になった。これは昨年度製作した類似のチップと比較して、約 25%向上した。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

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

- (1) 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 年度年次大会, 2014 年 9 月 7 日(発表日).

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。