

利用課題番号 : F-13-KT-0011
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : シリコン単結晶のマイクロ疲労試験
Program Title (English) : Micro Fatigue Test of Single Crystal Silicon
利用者名 (日本語) : 池原 毅
Username (English) : T. Ikehara
所属名 (日本語) : 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要 (Summary) :

SOI ウェハから疲労試験デバイスを作製し、単結晶シリコンに繰返し応力を与えた際に起こる疲労破壊を観測することで、MEMS デバイスの信頼性設計のための基礎データを取得する。

疲労試験デバイスは、試験片部、振動子、櫛歯アクチュエータ、電極パッドなどから構成され、振動子の共振周波数 (約 40 kHz) で試験片に繰返し曲げ応力を印加する設計となっている。

今後、試作したデバイスを使って疲労特性の評価を進める。

2. 実験 (Experimental) :

試作には 4 インチの SOI ウェハを使用した。試作加工の前半は、産業技術総合研究所の装置を利用した。まず、電極パッドを Al-Si-Cu スパッタ膜のリフトオフで形成し、その後、DRIE 装置を使用し、両面からシリコン層の貫通加工を行った。(Fig. 1(a))

試作の後半は京都大学ナノハブの装置を利用した。まず、「シリコン酸化膜犠牲層ドライエッチングシステム」により、埋め込み酸化膜 (厚さ 2 μm) の犠牲層エッチングを行った。ダミーの 6 インチベアウエハ上にテフロンメッシュを敷くことで、4 インチウエハでも問題なく両面からのエッチングが可能であった。数回エッチングと顕微鏡観察を繰返し、エッチング終点を決定して可動部のリリースが完了した。(Fig. 1(b))

最後に「レーザーダイシング装置」によりチップ分割を行った。犠牲層エッチング後の疲労試験デバイスという性格上、極めて破壊しやすい構造であったが、「レーザーダイシング装置」、「真空マウンター」、「エキスパンド装置」の組み合わせでデバイスを破壊することなく、チップ分割が可能であった。(Fig. 1(c))

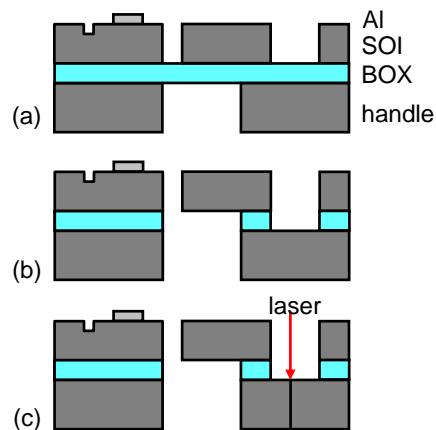


Fig. 1 Fabrication process.

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

酸化膜ドライエッチングにおいてはエッチングレートの内分布がやや大きく、時分割でウェハを回転させて、レート均一化を図った。Al 電極はウェット HF には耐性がないが、ドライ HF では全くダメージを受けない良好な仕上がりであった。

「レーザーダイシング装置」は SOI の 3 層に対しては新規条件出しが必要であったため、Fig. 1 のように切断部 (幅 300 μm) の活性層および埋め込み酸化膜を予め除去する設計とした。また、エキスパンドのため、切断部をウェハ外周まで到達させた。これら設計上の配慮の結果、初回試作で分割を行うことができた。

デバイスの振動特性を評価した結果、可動部が問題なくリリースされ、動作していることが確認できた。

4. その他・特記事項 (Others) :

特になし。

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

なし。

6. 関連特許 (Patent) :

なし。