

課題番号	: F-19-TU-0035
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 高真空ウェハレベルパッケージング
Program Title (English)	: High vacuum wafer level package
利用者名(日本語)	: 鈴木裕輝 ¹⁾ , 鈴木大貴 ²⁾ , 大柳英樹 ¹⁾
Username (English)	: <u>Y. Suzuki</u> ¹⁾ , H. Suzuki ²⁾ , E. Ohyanagi ¹⁾
所属名(日本語)	: 1) 東北大学マイクロシステム研究開発センター, 2) 東北大学工学研究科田中秀治研究室
Affiliation (English)	: 1) Microsystem integration center, Tohoku University, 2) School of Engineering, Tohoku University.
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置, 膜加工・エッチング, H ₂ アニール

1. 概要(Summary)

MEMSはLSIなどの電子デバイスと異なり可動部を要し、可動部周辺に空間を設ける必要があるため、樹脂で固めるパッケージングは適さない。特にジャイロセンサーやタイミング共振子などの共振型MEMSデバイスにおいては、パッケージング後のエアードamping効果を低減するために高真空封止が求められる。

ウェハプロセスで作製された共振型MEMSをウェハ状態のまま高真空にパッケージを行う“ウェハレベル真空パッケージングの封止プロセス技術”は圧倒的な生産効率をもたらす。今後、車の自動運転や第5世代移動通信システムに代表される次世代の技術において、従来のものより高精度で高い安定性を有する共振型MEMSが果たす役割は計り知れず、より洗練されたウェハレベル真空パッケージングが強く求められている。

現在、ウェハレベル高真空封止技術として生産効率の高さ、安定性から幅広く用いられているものにEpi-Seal技術がある。しかし、Epi-Seal技術は、封止に際し成膜工程を必要とするため、複雑な膜応力制御、並びに一定累積膜厚ごとに成層室の大掛かりなクリーニングを必要とする。本研究ではシリコンマイグレーションと呼ばれるシリコン(Si)の自発的流動現象を利用し、成膜工程を必要としない新しいウェハレベル高真空パッケージングのプロセスについて検討し、実証することを目的とする。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面アライナ露光装置一式, 酸化拡散炉, Deep RIE装置#1, 膜厚計, レーザ/白色光共焦点顕微鏡, デジタル顕微鏡, エッチングチャンバー, 熱電子SEM

【実験方法】

5 μm厚のシリコンにDeep RIEによって開口した直径0.6, 0.8, 1.0 μmのVENTホールを持つテストウェハを、

1100 °Cで900 s間、H₂アニール処理した。表面から観察した。直径0.8 μm以下のVENTホールは閉塞されており、1.0 μmでは閉塞が不完全だった。直径0.8 μmの閉塞VENTホールのFIB加工後の断面SEM像をFig. 1に示す。内部のボイドの横幅は約0.6 μmとなっていた。

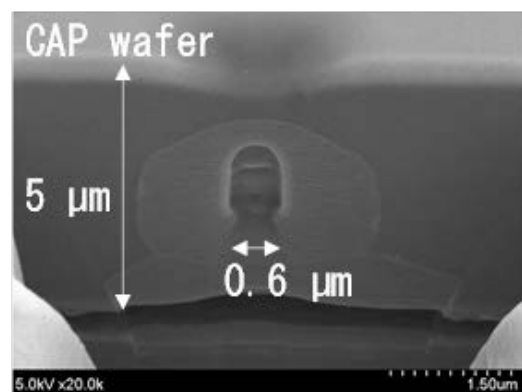


Fig. 1: FIB cross section of vent holes after hydrogen annealing (45° tilted image).

3. 結果と考察(Results and Discussion)

1100 °C下でのシリコン原子の自己表面流動の拡散係数は $5E^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ であることが確かめられた。シリコンマイグレーションを利用し、成膜工程を必要としない新しいウェハレベル高真空パッケージングの重要プロセス、VENTホールの閉塞が可能であることが実証された。

4. その他・特記事項(Others)

H₂アニールプロセスの指導をいただいた東北大学金森義明教授に感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- Y. Suzuki, *et al.*, IEEE MEMS2020, pp.994-997
- 鈴木裕輝夫, 他, 第36回センサーシンポジウム, 19am3-PS3-9(優秀ポスター発表賞)

6. 関連特許(Patent)

特願 2018-112531, PCT 移行