

課題番号 : F-21-TU-0023  
 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真空度計測リゾネータ  
 Program Title (English) : Wafer-level vacuum packaging and vacuum measurement  
 利用者名(日本語) : 鈴木裕輝夫, 鈴木大貴, Gong Tianjiao  
 Username (English) : Y. Suzuki, H. Suzuki, G. Tianjiao  
 所属名(日本語) : 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター  
 Affiliation (English) : Micro System Integration Center, Tohoku university  
 キーワード/Keyword : SMS, H<sub>2</sub> diffusion in Si, 膜加工・エッチング, 熱処理

### 1. 概要(Summary)

LSI などの電子デバイスと違い MEMS は可動部を含むため、樹脂で固めるパッケージは適さない。可動部に空間を持たせてパッケージする必要があり、これをウェハ状態で行うウェハレベルパッケージ技術が不可欠となっている。特に、ジャイロセンサー、タイミングデバイスなど高真空下で動作するデバイスでは、ウェハレベルパッケージに高真空封止が求められる。Epi-seal 技術に代わる、高真空で、真空度調整可能なウェハレベルパッケージング技術として Silicon Migration Seal (SMS)を開発する。4 インチウェハを利用し直接接合とリリースホールを封止する方法, SMS を実験的に試作研究する。SMS 内部の真空度の調整方法を研究する。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

エッチングチャンバー, 両面アライナ露光装置一式, 酸化炉, DeepRIE 装置#1, Vapor HF エッチング装置, 膜厚計, 赤外線顕微鏡, レーザ/白色共焦点顕微鏡

#### 【実験方法】

SMS 内部の真空度の調整方法として N<sub>2</sub> 内で適切な温度による H<sub>2</sub> の熱拡散方法を選択した。Si 基板に H<sub>2</sub> インプラシ, その後, 熱脱離ガス分析 (TDS)を行うことで, Si 中のプロトン拡散, Si 表面での H<sub>2</sub> 再結合の温度帯を明確にする。また, メンブレンを作製した SMS サンプルを N<sub>2</sub> 雰囲気中で先の実験の結果得られた温度で拡散し, Zero バランス法にて内部真空度を測定する。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Si に H<sub>2</sub> インプラントを行った小片サンプルの TDS 結果を Fig. 1 に示す。360℃にて大きな量の脱ガスがあり, 530℃, 640℃とその後 2 温度点にて顕著な H<sub>2</sub> の脱ガスを観測した。この実験結果を元に内部真空調整のための H<sub>2</sub> の拡散除去には 630℃以上の温度 650℃を選択した。また, H<sub>2</sub> の拡散効率を上げる目的でキャップウェハに通気孔としてトレンチを追加した。650℃, 35H, N<sub>2</sub> 雰囲気

処理の SMS サンプルの Zero balance 法の結果を Fig. 2 に示す。10 Pa 以下ダイアフラムが 0 変位となり, 封止圧力が確認できた。これは Zero balance 法の測定限界と考えている。

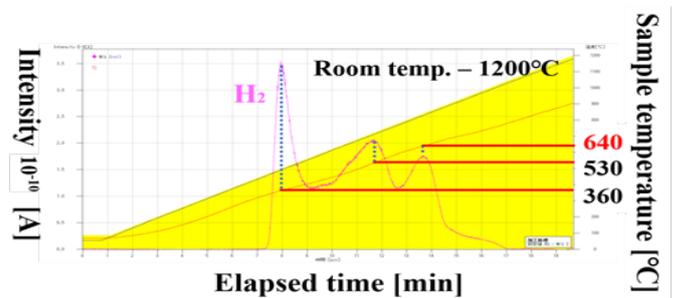


Fig. 1 TDS temperature and intensity of H<sub>2</sub> out gas

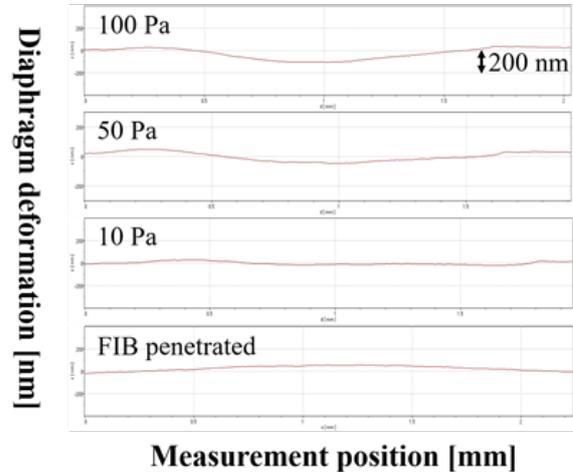


Fig. 2 Diaphragm shape in vacuum chamber

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 9P3-SS2-2

第 12 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, MN1-10A3-5

第 12 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 09P3-MN1-19

IEEE MEMS 2022, Tokyo, pp 565-598.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。