

課題番号	: F-17-TU-0050
利用形態	: 機器利用
支援課題名 (日本語)	: 三次元 LSI の試作研究開発
Research Title (in English)	: Research and Development of 3D LSI
利用者名 (日本語)	: 小柳光正、 <u>福島誉史</u> 、マリアッパン ムルゲサン、中村愛、相沢宏行
Username (in English)	: M. Koyanagi, <u>T. Fukushima</u> , M. Murugesan, A. Nakamura, H. Aizawa
所属名 (日本語)	: 東北大学 未来科学技術共同研究センター
Affiliation (in English)	: Tohoku University, New Industry Creation Hatchery Center
キーワード/Keyword	: 成膜・膜堆積、TSV、3D-LSI

1. 概要(Summary)

超微細な TSV(Through-Silicon Via)をビアラスト三次元集積化方式で形成するための技術開発を実施し、次世代のストレージメモリスシステムの技術基盤を構築する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

芝浦スパッタ装置

【実験方法】

直径 1 μm を下回る超微細な TSV をビアラスト三次元集積化方式で形成するため、M1 に相当するメタルをスパッタで成膜した。Si ウェハを反転して厚さ 10 μm まで薄化し、スパッタで堆積させた金属に到達するまでボッシュプロセスにより Si を異方性エッチングして貫通させた。その後、金属化合物を含むナノコンポジットを充填して熱処理し、さらに微細な直径を有する垂直配線の形成を試みた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

厚さ 500 nm 以上の金属を8インチの Si ウェハに形成した SiO₂ 上に堆積させた場合、SiO₂ と金属の界面で剥離が観察された。また、ウェハの反りも大きく、自動搬送工程で問題が生じたため、スパッタ金属の厚さを 300 nm とした。その後、250 °C に耐熱性を有するヤング率 3.2 GPa の比較的硬いテンポラリー接着剤を塗布した8インチのガラスウェハに Si ウェハを反転して研削し、厚さ 10 μm の薄化 Si ウェハを作製した。TTV(Total Thickness Variation)は 2 μm 以内であった。フォトリソ後、金属まで十分到達する時間で DRIE 行い、直径 3 μm の Si 深穴(アスペクト比 3.3)を形成した。SEM 観察より、M1 に相

当するスパッタ金属まで十分に到達していること、金属/SiO₂/Si 界面でノッチが発生していないことを確認した。

次いで、ブロック共重合高分子と金属化合物からなるナノコンポジットを上記 Si 深穴に充填し、ガラス転移温度以上の高温で熱処理してナノ相分離させた。その断面観察から、ピッチ 100 nm 程度のシリンダー状のモルフォロジが Si 深穴の内部で形成されていることが分かった。現在、ナノコンポジットの組成や熱処理条件、表面濡れ性、Si 深穴の寸法を制御して、金属の連続構造が形成される条件を追跡している。

4. その他・特記事項(Others)

2013年9月に宮城県多賀城市のみやぎ復興パークに開設した三次元スーパーチップLSI試作製造拠点(GINTI: Global INTEgration Initiative)にて、300 mm ウェハを用いた chip-to-wafer 接合方式で、実用化に向けて引き続き継続研究を実施している。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Directed Self-Assembly Patterning for 3D LSI. INC13 Workshop, (2017), Takafumi Fukushima and Mitsumasa Koyanagi
- (2) Feasibility Study on Ultrafine-Pitch Cu-Cu Bonding Using Directed Self-Assembly. 5th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration LTB-3D 2017, (2017). M. Murugesan, T. Fukushima, K. Mori, H. Hashimoto, J.C. Bea and M. Koyanagi

6. 関連特許(Patent)

なし