

第三十七回 企業と大学ハーフ&ハーフ人生からみた三次元集積技術

大場 隆之 東京科学大学

2024年11月9日(土) 9:00~

モデレータ 中塚 理

概要

産学研究開発プラットフォームの WOW アライアンスのユニットリーダーである大場隆之氏から、産学連携の重要性とこれからの 3 次元大規模集積システムの概要をご説明いただき、これからの課題についてご講演いただいた。

半導体の微細化が、原子スケールに近づいたことで、微細化の物理限界に到達したために、これからの微細化はウェハ大面積化もしくは 3D 集積化のどちらかのアプローチをとることが予想される。過去に 450 mm ウェハに向けたコンソーシアムが欧米で立ち上がったが、活動は停止しており、現在は、多くのデバイスおよび実装が 3D 化への進化の道を歩んでいる。WOW アライアンスで開発された BBCube (Bumpless Build Cube) は、CPU/GPU とメモリを効率よく 3 次元実装できるハイブリッド 3 次元大規模集積システムである。BBCube は、人類全体の課題になる消費電力および熱問題を解決できる可能性を秘めている。例えば、現在のスマートフォンは 40°C 近くの動作温度であるが、これを 1/10 のサイズにすると 200°C 以上の高温になる。一方で、AI の動作には膨大な消費電力が必要となり、発生する熱量も増加傾向にある。つまり、半導体の発展には、環境問題の観点だけでなくデバイス内部の熱的な観点からも消費電力の削減は喫緊の課題である。

BBCube は、ウェハ同士を張り合わせ積層する WoW(Wafer on Wafer)を適用し、DRAM や CPU を物理限界まで薄くして何層も積層することができる。そのため、上下接続配線の長さは最短となり、並列高密度でつなぐことができる。これにより、BBCube 3D では、並列配線によりベースクロック周波数を 3.2GH \rightarrow 800MHz (-75%)、TSV のキャパシタンスを 100fF \rightarrow 5fF(-95%)、印加電圧を 1.2 V \rightarrow 0.75 V(-37%)、抵抗値を 100 m Ω \rightarrow 10 m Ω (-90%) の削減を見積もることができ、理論的には消費電力を 1/1000 に抑えることができる可能性を秘めている。また、フットプリントを 1/2~1/4 までスケールリングすることも可能である。積層数に比例してトランジスタの体積密度が増加することからも、新しい微細化の半導体集積技術である。さらに、配線接合の一部に Via-Last 方式を採用することで、従来のバンブ接合や Hybrid Bonding といった機械的接合を用いた配線接合と比べ、歩留まりの高い多層配線が期待できる。

3 次元実装化でこれまで課題であった配線接続の信頼性と生産性を、バンブや機械的接続を用いない Via-Last 技術を開発し、量産可能な WoW 技術を活かした構造を持つ BBCube™ は、システムの伝送性能・消費電力はともに世界一となり、発熱が深刻になっているデバイスの高密度化を可能とする。最後に、産学連携の重要性と大学のあるべき姿について多くの質問があり、大学の人材の多様性を許容することがシーズの発掘のためにも重要であることご助言いただき、本講座は終了した。(記: 堤 隆嘉)