

連載



Vol.30

最新半導体メモリの需要と展望

キーワード 技術士 半導体 メモリ DRAM HBM TSV

田川 文武

【経歴・資格】
技術士(電気電子部門)、
日本技術士会 中国本部
青年技術士交流委員会
委員

1999年大学院工学修士
課程を修了。同年日本電気(株)入社、半導体生
産技術本部にてDRAMフォトリソグラフィ/光
近接効果補正技術の開発に従事。2004年エル
ピーダメモリ(株)移籍、2013年マイクロメモ
リジャパン(株)移籍、現職として半導体メモ
リ開発品/量産品フォトマスクのプロジェクト
マネジメントを統括。



●当連載について【広島県中小企業団体中央会】×【日本技術士会中国本部】

急激な社会変化への対応が求められている中小企業に、より適切な支援が実施出来るように、広島県中央会では日本技術士会の中国本部と連携し、技術的側面の支援体制を強化しました。

組合内あるいは企業内に、自社単独で解決困難な技術的課題がある場合は、連携支援部にご相談下さい。(TEL 082-228-0926)

■はじめに

半導体メモリは、指先ほどの小さなシリコンチップに、スイッチの役割をする十数億個のトランジスタ素子や電荷を貯める素子を搭載した、小型・大容量・省電力・高信頼性・低価格・量産性を実現する電子部品です。

現在一般に利用されている半導体メモリは大別して2種類あります。

1. 高速動作が可能ですが、揮発性(定期的な書き換え動作や、記憶に電源保持が必要)の
 - ・ DRAM (Dynamic Random Access Memory、主記憶用)
 - ・ SRAM (Static RAM、主にCPU(Central Processing Unit) 内蔵の超高速低容量キャッシュメモリ)
2. 低速で書き換え回数は有限ですが、大容量で不揮発性(電源を切っても記憶が保持される)の
 - ・ NAND型 (Not AND、否定論理積、二つの入力がある時のみ出力が0となる) フラッシュメモリ

これはデータの記憶原理・製造プロセス・回路の違いに由来しています。

例えば、スマートフォンにはプログラムの実行・ワーキングメモリとして2~8GBytesのDRAMと、OS (Operating System)・アプリケーション・写真などユーザーデータの格納用として32~512GBytesのNANDフラッシュメモリ(SSD: Solid State Driveと表現される場合もある)の両方が搭載されています。

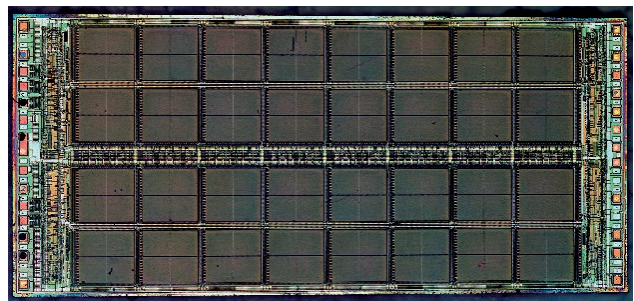


図1. 揮発性半導体メモリ素子外観例
(米国マイクロンテクノロジー社製 1メガビットDRAM)

■半導体メモリの需要と市場

半導体メモリの需要は、世界的に堅調なスマートフォンの需要や、コロナ禍におけるオンライン会議・在宅勤務を目的としたパソコンの需要が急拡大した後、端末の価格高騰による買替サイクルの長期化や、2023年の大幅な需要軟化を受け、厳しい調整局面に晒されました。

特に半導体メモリは、JEDECにより業界標準のデータ入出力インターフェース、コマンド、タイミング、パッケージなどが共通仕様として管理されているため、規格に準拠していれば、どの会社で製造された半導体チップであっても利用が可能であるという利点があります。その一方で、商品の差別化が難しいことから、需要と供給のバランスが崩れた時に価格競争へ晒されやすいという課題があります。従ってこれまでは、①他社に先んじて商品を開発、顧客に採用

され先行者利益を独占する事、②市場でのシェア率を高める為、生産規模を拡大する事、③微細化プロセスを開発し、同じ機能をより小さなチップで提供する事、この3つが戦略として行われてきました。しかし2023年初頭に、コロナ禍でのパソコン/サーバ等の需要先食い現象と、サプライチェーンの混乱が需給バランスを乱す要因となり、顧客が過剰に在庫を持つ結果となった事が価格低下を引き起こしました。また近年では、技術難易度が高度化し、半導体プロセス微細化技術進展の鈍化と、装置・材料コストの上昇が顕著となっています。

このような背景の下、半導体メモリ市場の回復には、新しいニーズが必要とされました。

■生成AIの台頭

2023年頃から、Chat GPTに代表されるLLM (Large Language Model) による生成AI (Generative Artificial Intelligence) が台頭し、データセンター側で主にAI処理 (大規模な学習) を担うサーバ用GPU (Graphic Processing Unit) や、エッジ側 (端末側のスマートフォンやPCなど) でAI処理 (中小規模の学習と推論) を担うクライアント用GPUとNPU (Neural Processing Unit) の需要が急速に広がってきました。これらの質問や指示に対する自然で高い精度の出力性能を左右する要因として、GPU/NPUコアの演算処理性能だけでなく、十数億要素を持つLLMの巨大データベースを扱う性質上、プロセッサに搭載するメモリ素子も、より高速で大容量が求められました。しかし、従来のインターフェースにおける単一メモリダイでは、これらの期待に物理的制約と経済的制約の観点から応える事は困難でした。

この課題を解決するソリューションとして、High Bandwidth Memory (HBM) の応用が着目されました。これは約10年前よりTSV (Through Silicon Via) を用いて、複数枚のメモリダイとコントローラダイを一つのパッケージに積層し、1000本以上の貫通電極を電気的に接続する事で、1024bitバス幅など、汎用品と比較して桁違いに広いデータ入出力帯域幅と大きな記憶容量を小さなフットプリント・短い配線間距離と低消費電力で提供すべく開発されました。しかし当時はその性能と価格に見合うニーズが十分にありませんでした。

また、この手法は半導体チップを作り込むシリコンウエハ製造プロセス (前工程ともいう) だけでなく、同ウエハ裏面を薄く研削し、表裏両方の貫通電極を電気的にズレ無く接続・積層し、一つのパッケージに収め、検査で全ての積層ダイの正常動作を確認・選別するという高度な後工程の技術が必要であり、製品歩溜まりの確保とコストに課題がありました。しかしながら、その高い性能がAIのニーズに適合し、開発能力と生産数量が限られている事から、同用途向けHBMの需給は逼迫しており、汎用品と比較して差別化に寄与しています。

■今後のニーズと動向

汎用半導体メモリは、今後も記憶素子の中核を担っていきませんが、特定の用途に向けた高付加価値なメモリ製品の

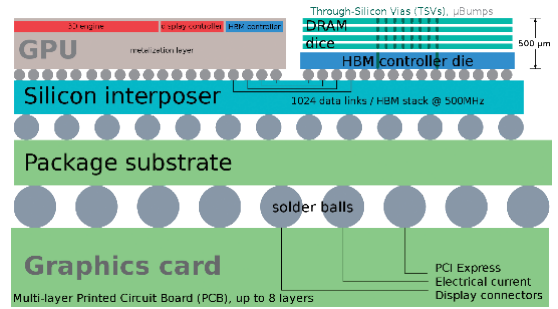


図2. 広帯域メモリの概略図

需要が生まれ、市場の回復に寄与しています。後工程の技術を用いる高付加価値なメモリの進化だけでなく、前工程の技術深化にも着目していく必要があります。そのキーワードは、高密度・高速・高性能・低消費電力。これからのメモリ技術に注目です。

■半導体関連産業振興に向けた産官学の取り組み

【「知っ得」編集アドバイザーより参考】

中国経済産業局地域経済部半導体関連産業室では、中長期的な半導体関連産業の発展に向け、サプライチェーン強靱化を目指しており、また、2022年10月に人材育成・確保を目的とした「中国地域半導体関連産業振興協議会」を設立しています。

2024年7月16日現在、参加機関の数は151。その内訳は企業111、教育機関15、行政12、団体13、地域別では広島県57/151となっています。今後、半導体産業への参入を計画している企業の方は、入会されてはいかがでしょうか。詳細は以下の半導体関連産業プロジェクトのURLをご覧ください。

■参考文献

- IRDS 2023年Perspective : <https://irds.ieee.org/editions/2023>
- WSTS Semiconductor Market Forecast : <https://www.wsts.org/76/103/WSTS-Semiconductor-Market-Forecast>
- Due to Falling Shipments and Prices, Global DRAM Revenue for 3Q22 Showed QoQ Drop of Almost 30%—Unprecedented Since 2008 Financial Crisis : <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20221116-11459.html>
- 半導体関連産業プロジェクト : <https://www.chugoku.meti.go.jp/seisaku/tiiki/handoutaikansangyou.html>
- 図1:Memory Card with Integrated circuit (Micron MT4C - 1 Mega bit) , Dynamic Random Access Memory (DRAM) chips, 著作者:ZeptoBars, CC 表示 3.0, https://ja.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Random_Access_Memory
- 図2:Schematic of High Bandwidth Memory, 著作者:Shmuel Csaba Otto Traian, CC 表示-継承 4.0, <https://ja.wikipedia.org/wiki/Si%E8%B2%AB%E9%80%9A%E9%9B%BB%E6%A5%B5>