

ミニマルファブによるチップレット開発が進むか

◆多品種少量生産となる半導体スモールビジネスの活路を開くミニマルファブ

2022年12月、ミニマルファブを用いた半導体デバイス・パッケージの受託試作・開発を業務とする Hundred Semiconductors が設立された。Hundred Semiconductors はミニマルファブを発明した産業総合研究所と一般社団法人ミニマルファブ推進機構から技術を継承しつつ、ウェハ製造、デバイス生産・販売などの事業を進める。ミニマルファブは幅33cm、奥行き45cm、高さ144cmのミニマル装置（半導体の超小型製造装置）を並べて作られる。図1はミニマル装置群になるが、全てのプロセス装置は外形が統一されている。フォトリソ、加熱、洗浄、成膜、エッチング、そして測定など、半導体製造工程ごとにミニマル装置があり、これらを20数台並べるだけで半導体製造ラインが組み上がる。なお、前工程だけでなく、後工程のパッケージまで対応可能である。

ミニマルファブでは、1個からの超少量生産と超短TAT（Turn Around Time）を実現する開発方針のもと、メガファブで使用される12inchウェハ面積の約1/1000の0.5inch（直径12.5mm）ウェハを意図的に採用している。そのため、装置内の化学反応場が小空間化したミニマルファブのプロセス技術には新しい特長がある。1回の洗浄プロセスにおいて使用する薬液量は10mlと少ないため、装置内に液体の収納が可能になり、ファブの省スペース化を実現している。露光プロセスでは露光時の超小型ウェハのスキヤニング時間が短くなり、マスクレス露光が可能だ（但し、線幅は $0.5\mu\text{m}$ である）。エッチングプロセスではチャンバーが分子ポンプの容量に比べて小さいので高速ガス交換が可能になり、スキヤロップ（側壁の凸凹形状）のない滑らかな加工ができる。特筆すべきは、ミニマル装置内を特許技術で局所ク



図1 ミニマル装置群（出展：Heterogeneous Integration Roadmap 2021 Edition Chapter6）

リーン化しているためクリーンルームが不要になり、工場の投資額は従来のメガファブに比べ約1/1000の5億円程度である。よって、メガファブでは巨額の投資を回収するため大量生産しかビジネスの選択肢がなかった一方で、工場投資額を抑えたミニマルファブでは多品種少量のスマートビジネスを狙うことが出来る。

◆要素技術は完成も、研究機関の試作レベルから脱せるか

しかし、実際にミニマルファブで本格生産を進める上で障壁もある。まず、EDA (Electric Design Automation) ツールが不十分である。少量生産を狙うとはいえ、ICの設計品質を担保するためにはEDAツールの作り込みが必要である。また、製造プロセスの品質保証・管理手法が確立されてないのも問題だ。メガファブのような製造ロットという概念がなく、多数のサンプルを使った統計的手法が適用できなくなるため、ミニマルファブの多品種少量製造方式に適した品質保証手法を新たに構築していくことが必要になる。その上で、生産設備としての安定度や生産管理手法を確立しなければならない。

◆ミニマルファブによる超小型IoTデバイスの実現

そこで、Hundred Semiconductorsではミニマルファブ後工程でチップレット開発を進めることで産業界への普及のきっかけを作ろうとしている。チップレットは機能ブロックを最適なプロセスノードで製造し、つなぎ合わせて1つのモジュールとするパッケージ技術である。このパッケージ技術は高コストなので、コスト制約が緩いハイエンド領域のチップのみがメガファブで技術の適用を受けていた。この技術をミニマル

ファブで実現できれば、メガファブを利用できない少量生産のIoTデバイスをチップレットで小型化する場合の救世主となる(図2)。多品種少量生産の半導体スマートビジネス成立に向けて、前工程と後工程で技術

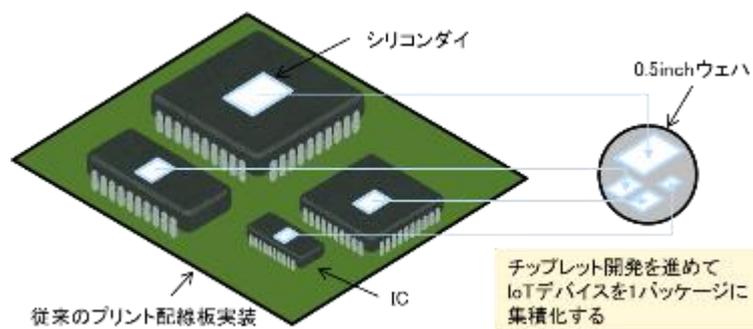


図2 IoTデバイスを1パッケージに集積化 (ARC作成)

革新を図るミニマルファブの今後の動向に注目したい。

【永田紘基】