

TSMC 新戦略の展開 －半導体産業サプライチェーンの構造変化の中の選択－

九州産業大学名誉教授 朝元照雄氏

TSMC とサムスンの技術力比較

アップルは、iPhone 向けのチップでは、2013 年の iPhone5S まではサムスンの 28nm を使用していました。2013 年頃まではサムスンが強い市場だったのです。2014 年になると iPhone6 で TSMC20nm を使うようになり、2015 年の iPhone6S では TSMC16nm とサムスンの 14nm となります。この数値を見ると、サムスンの方が強いように思われますが、サムスは熱を持ち、加熱しやすいと言われました。iPhone6S と iPhone7 までは、この 2 社が競合するような形でしたが、iPhone8 以降は TSMC の独占となりました。

- iPhone向けチップ：
- 2013年 iPhone5S : A7⇒サムスン28nm
- ✓ ■ 2014年 iPhone 6 : A8 ⇒TSMC20nm
- 2015年 iPhone 6 S : A9 ⇒TSMC16nm、サムスン14nm
- 2016年 iPhone 7 : A10⇒TSMC、サムスン
- 2017年 iPhone 8 /X : A11⇒TSMC10nm
- 2018年 iPhoneXS : A12⇒TSMC7nm
- 2019年 iPhone11 : A13⇒TSMC 7 nm + EUV

私はかつて、iPhone6とiPhone12を比較したことがあります。正面は液晶画面ですが、蓋を開けると6の場合は半分が半導体で半分は電池。夕方になると電池切れが起きていました。12 になると 4 分の1が半導体で残りの 4 分の 3 がバッテリーとなっています。このころになると 1 回の充電で夕方まで電池がもつようになりました。

- 2020年 iPhone12 : A14 ⇒TSMC5nm+EUV
- 2021年 iPhone13 : A15⇒TSMC5nmプラス
- ✓ ■ 2022年 iPhone14 : A16⇒TSMC 4 nm
- 2023年 iPhone15 : A17⇒TSM3nm (予)

2022 年には iPhone14 が発売されます。半導体は 4nm です。来年発売予定の iPhone15 では 3nm の TSMC 製が使用されます。HPC(High Performance Chip)の(5～7nm)の売上高の比率では、TSMC が 5nm19%、7nm が 31%で 50%を占めています。ここに利益率が高い理由があります。

2022 年第 1 四半期世界トップ 10 の売上高(億ドル)と市場シェア(%)は以下の通りです。

- (1) TSMC 175.29億ドル 53.6% (2021Q4 52.1%)
- (2) サムスン 53.28 16.3% (18.3%)
- (3) UMC (聯華電子) 22.64 6.9%
- (4) GF 19.40 5.0%
- (5) 中芯国際 18.42 5.6%
- (6) 華虹 10.44 3.2%
- (7) 力積電 6.65 2.0%
- (8) 世界先進 4.82 1.5%
- (9) 合肥晶合集成 4.43 1.4%
- (10) タワー 4.21 1.3%

EUV の保有量の比較

7nm 以下のウエハー製造に EUV は欠かすことができません。EUV とは極端紫外線リソグラフィまたは極端紫外線露光装置のことです。EUV はオランダの ASML が製造しています。紫外線の光の反射レンズはドイツのカール・ツァイス社で製造していますが、その精密度は、もしこのレンズがドイツの国土とすると、凹凸の上と下のギャップは 1 ミリ以下とされています。2022 年 TSMC は 31 台、サムスンは 14 台所有しています。

TSMC が他社に勝る SoIC 技術

2023 年予測される HPC 新受注は、3nm チップが 25.34 億ドル、アップル 6nmRF (5G 通信無線周波) チップが 13.56 億ドル、クアルコムチップが 39.55 億ドル、インテルのチップが 22 億ドル、合計すると 100.45 億ドルの受注が見込まれています。

SoIC は TSMC の封土特許技術です。2D と 3DIC との比較が下表です。

	2D	3D IC	SoIC™
■ 結合密度	小	中	大
■ 速度	自転車	車	飛行機 (11.9倍も速い)
■ 消費電力	多い	中	省エネ (一般の5%)

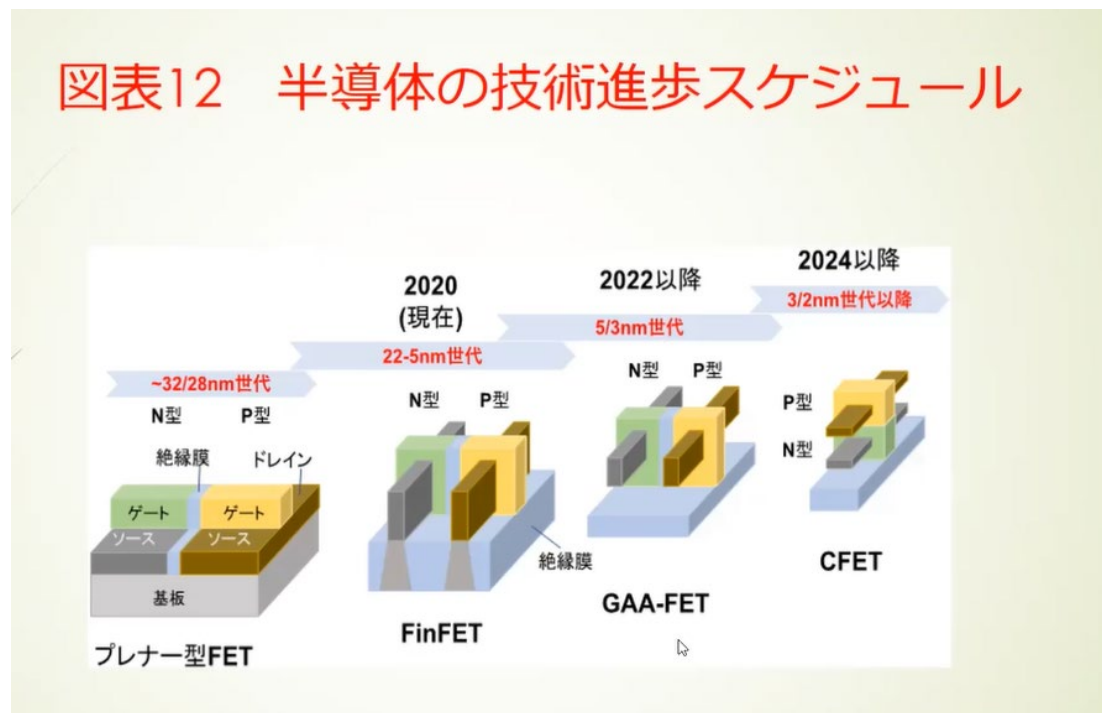
2021 年 3 月、TSMC は次世代の 3nm 半導体ウエハーのリスク生産を開始し、2022 年以内に量産化に移行する予定です。初期、月産能力は 5.5 万枚、2023 年の月産能力は 10.5 万枚を計画しています。初期生産の 3nm 半導体ウエハーの全数はアップルの M2 チップの新世代 Mac ノートパソコン、iPad の M シリーズに搭載され、その後次世代 iPhone に搭載される計画です。

電気自動車 (EV) の自動運転では、2018 年の「レベル 2 EV」の場合、車載半導体の価格は 1 台当たり 580 ドルでありましたが、2022 年以降の「レベル 4 EV」では 1760 ドルに達しています。EV 車のレベル向上によって、搭載される車載半導体の量と質の増加によって、半導体の不足は今後も持続する可能性があります。ここに日本企業のビジネスチャンスがあるのではないのでしょうか。

TSMC は 5nm、3nm プロセスチップは現状の Fin FET 構造を使用しています。Fin FET とは魚のヒレ (Fin) を建てたような構造のため、このように呼ばれています。2nm 以降は GAA FET 構造に移行しま

す。これはゲートオールアラウンド (Gate All Around) 構造の電界効果トランジスタ (FET) という意味で、円筒状のチャンネルの側壁をゲートで囲んだ構造のトランジスタです。ちなみにサムスンでは 3nm から GAA FET 構造を使用しています。

図表12 半導体の技術進歩スケジュール



TSMCのアニュアルレポートによると、291種の異なる製造プロセス技術、535の顧客に12302種の異なる製品を提供しています。メモリーを除く世界半導体生産額の26%を占め、HPCの売上高比率は50%となっています。12インチ換算ウェハの出荷量は1420万枚、資本支出は300億ドル、合併売上高568億2000万ドル、売上高の年増加率は24.9%、利益213億5000万ドル、粗利益率は51.6%となっています。