

第 133 回 CIS パートナー会議事録(一般様用)

開催日時 2023 年 5 月 28 日(日) 13 時~15 時

講師 西村 靖紀 様

テーマ 「最新半導体事情と経済安全保障」 T= 21:09 開始



会議風景

T=34:16

最新半導体事情と経済安全保障は対中国対応で、新聞記事等で多く報道されている。

- 1) 最新半導体事情 T=41:42
 1-1) 半導体の市場規模

半導体業界の市場規模

半導体製造メーカー 約50兆円

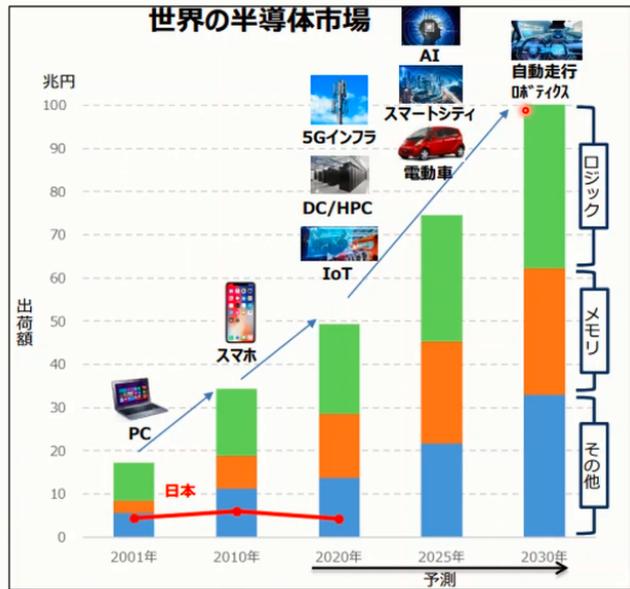
- ・IDM企業
- ・ファブレス企業
- ・ファウンドリ企業
- ・OSAT企業

半導体製造装置メーカー 約8兆円

- ・リソグラフィ装置
- ・エッチング装置
- ・成膜装置等

半導体材料メーカー 約6兆円

- ・シリコンウエハ
- ・フォトマスク、レジスト
- ・薬品、ガス等

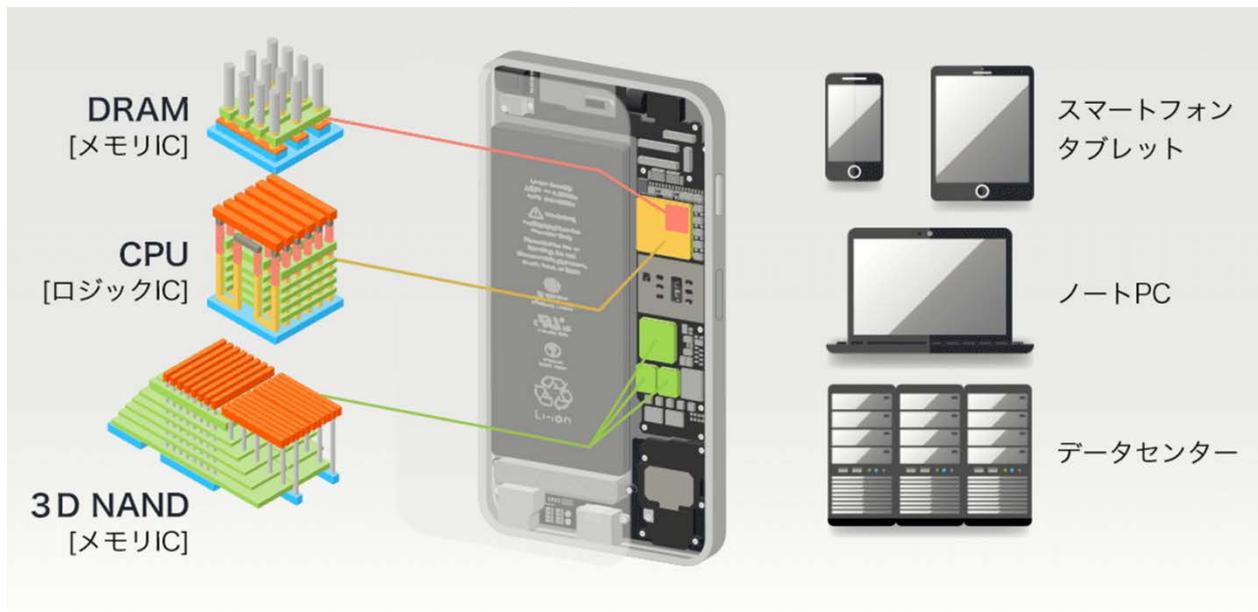


出典：経済産業省 半導体・デジタル産業戦略検討会議資料

半導体の市場は、全世界で 50 兆円。右図は用途でこれらを組み込んだ製品は少なくとも 10 倍はある。50 兆円を生み出すための装置約 8 兆円、材料 6 兆円と算出され、5 年償却として原価は 20%残りは給料や利益。高利益！

- IDM: 垂直統合型の会社で、設計から半導体ウエハ、チップ、後半のアセンブリ全てを生産。例) インテル。
- ファブレス: 設計だけ担当し半導体生産は他社に頼る。例) Apple、AMD 社など。
- ファウンドリ: 半導体生産工場。例) TSMC。 OSAT:後半工程の有選部のみ担当する会社。東南アジア。

- 1-2) スマホに入っている重要な半導体 CPU, DRAM, 3DNAND(フラッシュメモリ)
 写真でわかるように、3次元回路になっている(昔は平面/プレーナ回路 1980年代)



1-3) 半導体の微細化の進展 T=47:40

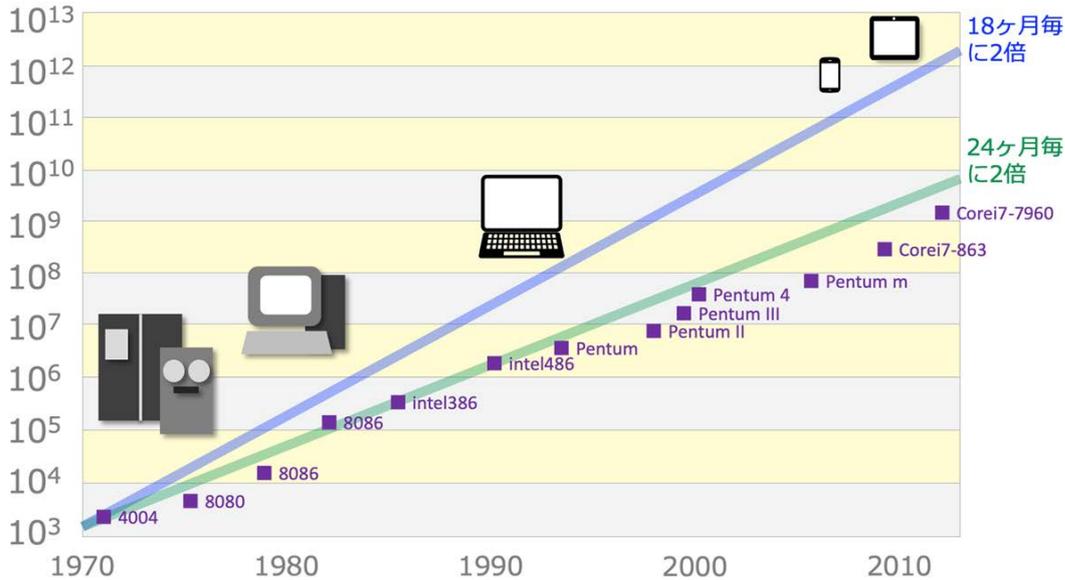
半導体は微細化して成長してきた。

ムーアの法則

ムーアの法則

半導体の集積率は18か月で2倍になる

ゴードン・ムーアが提唱した半導体の経験則。半導体回路を1/k分の1に細かくすると動作速度がk倍、回路の集積度はkの二乗、消費電力が1/kになる。

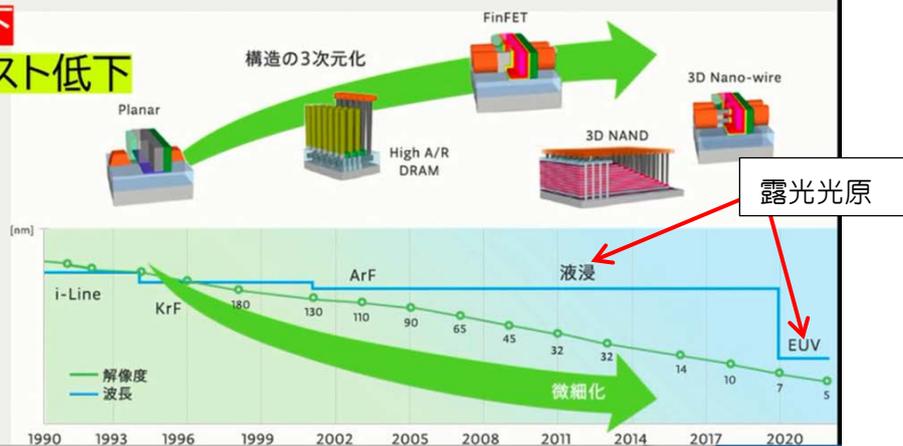


1-4) 半導体が微細化する理由 **コスト低減、微細化で高速化、低消費電力** T=50:00

半導体が微細化する理由

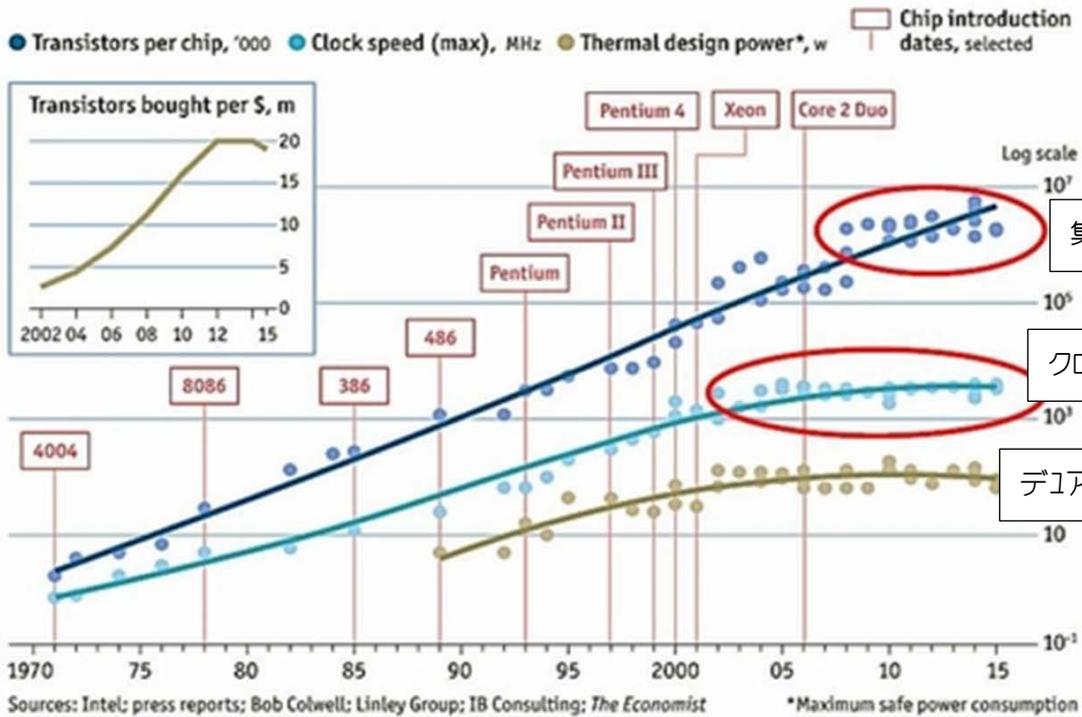
半導体が微細化する理由

- ✓ **動作の高速化**
- ✓ **消費電力が低下**
- ✓ **1コあたりのコスト低下**



1-5) Moore's Law Challenge T=52:50

Moore's Law Challenges



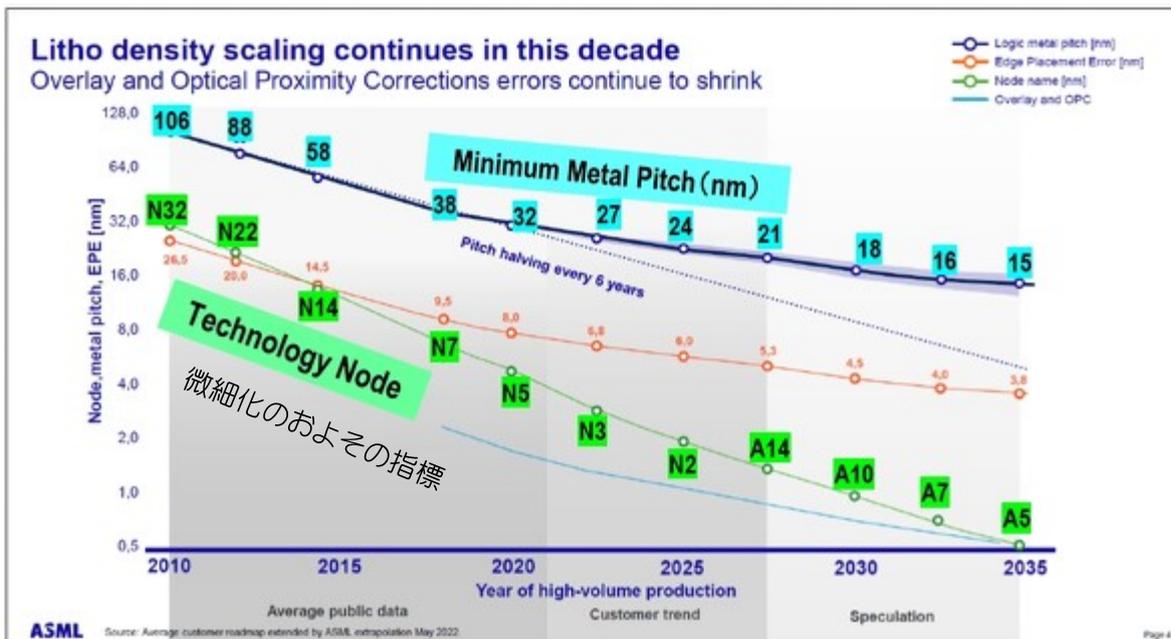
集積度は右上がり

クロックは飽和気味

デュアルコアで高速化

Credit: Economist, 2016

1-6) Litho density scaling continues in this decade T=55:40



EUV登場 High NA登場 (筆者加筆)

1-7) 微細化の現実 T=56:40

微細化の現実

「2nm」などの数値は元々回路の間隔だったが現在は事実上「商品名」となっている

近年は横方向ではなく縦方向に進んでいる (3D化)

出典: 東京エレクトロン公式HP
<https://news.livedoor.com/article/detail/17044867/>



ボブ・スワン氏
(インテルの元CEO)

Intelの7nmプロセスは構造が異なるため、TSMCの5nmプロセスに匹敵する

1-8) CMOS Technology Evolution T=57:00

7nm インテル、5nm TSMC、ラピタスは 3nm を目指す

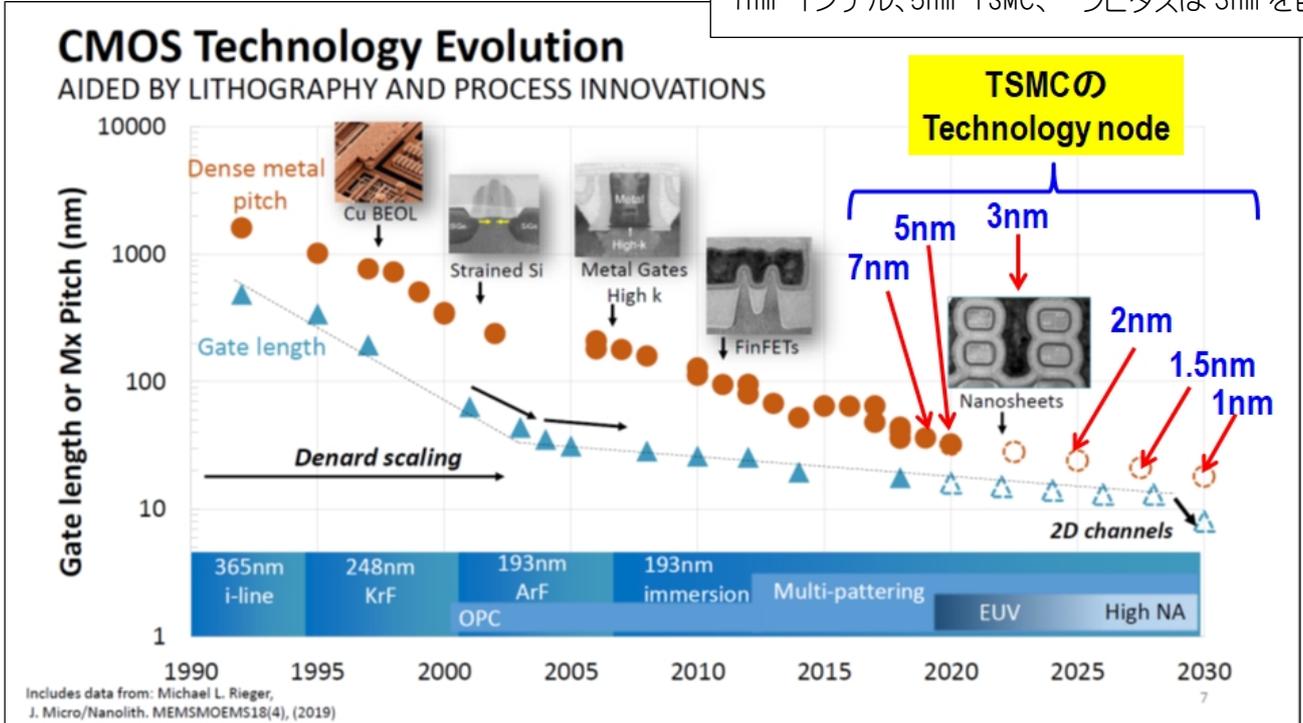
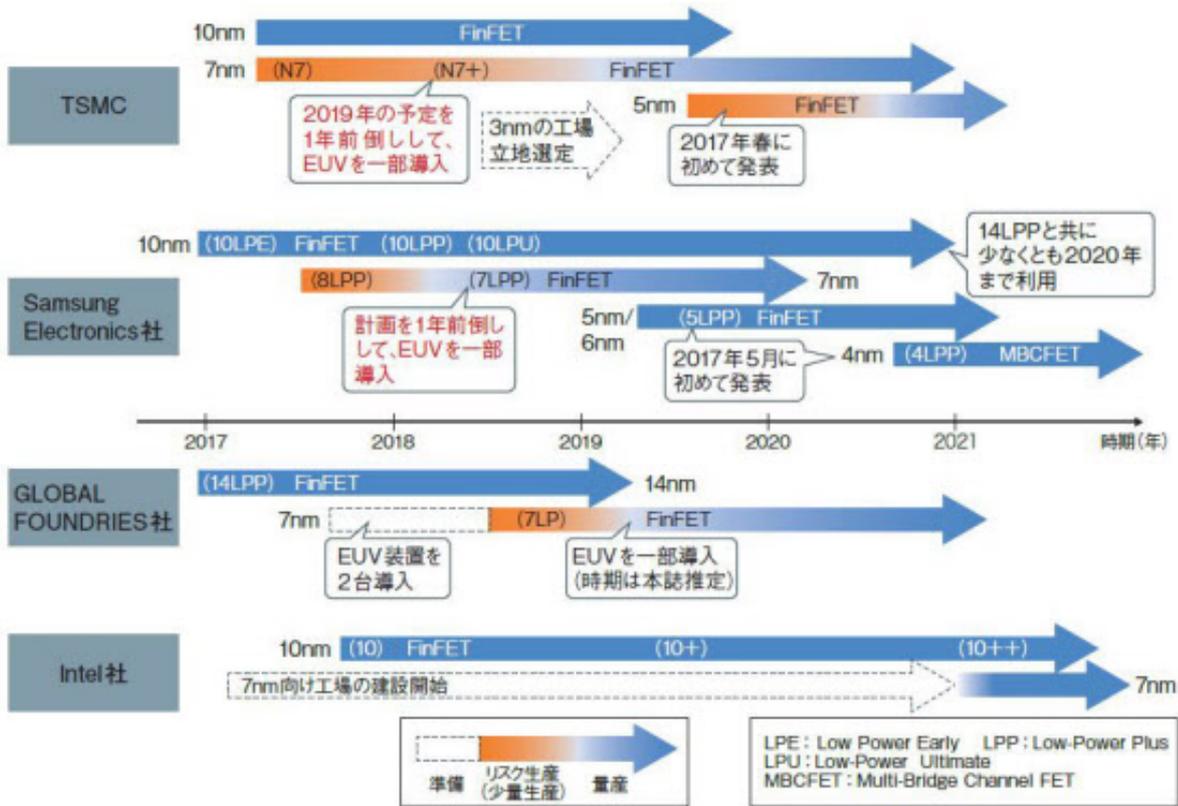


図5 ロジックのCMOS技術の進化

出所: Sri Samavedam (imec), "Future Logic Scaling: Towards Atomic Channels and Deconstructed Chips", IEDM2020, Plenaryに筆者が加筆.

1-9) 半導体主要メーカーの微細化進展状況 T=58:21



1-10) 半導体主要メーカーの微細化進展状況 T=1:00:00

Logic/Foundry Process Roadmaps (for Volume Production)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Intel		14nm+	10nm (limited) 14nm++		10nm	10nm+	7nm EUV 10nm++	米国
Samsung	28nm FDSOI	10nm		8nm	7nm EUV 6nm EUV	18nm FDSOI 5nm	4nm	韓国
TSMC	16nm+ finFET	10nm	7nm 12nm		7nm+ EUV	5nm 6nm	5nm+	台湾
GlobalFoundries	14nm finFET			22nm FDSOI 12nm finFET		12nm FDSOI	12nm+ finFET	中国
SMIC	28nm				14nm finFET	12nm finFET		台湾
UMC			14nm finFET			22nm planar		台湾

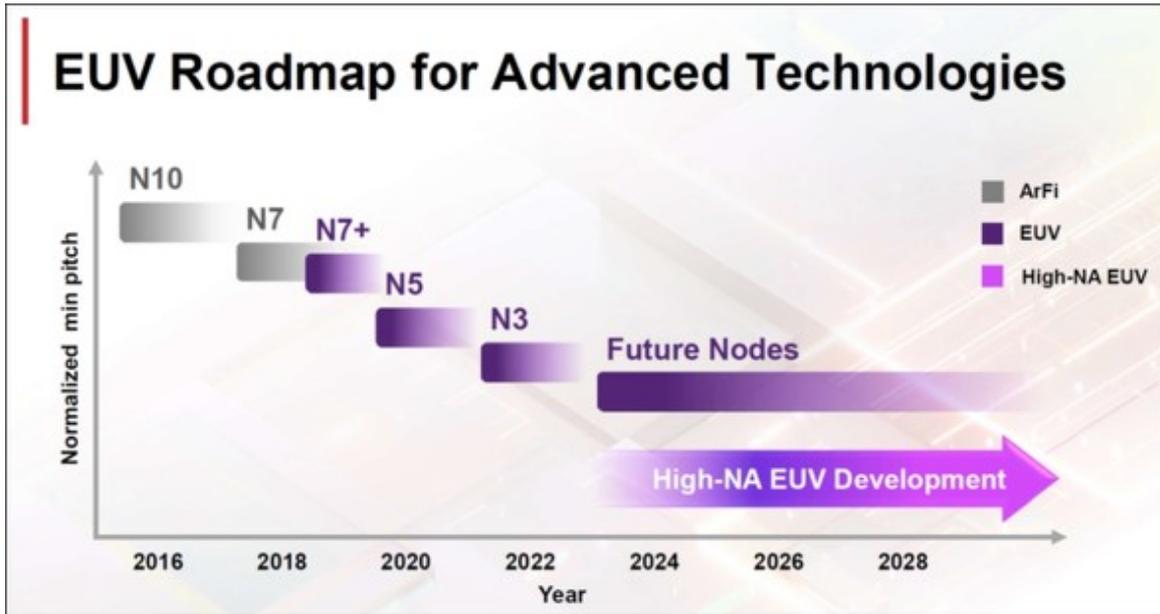
Note: What defines a process "generation" and the start of "volume" production varies from company to company, and may be influenced by marketing embellishments, so these points of transition should only be seen as very general guidelines.

Sources: Companies, conference reports, IC Insights

EUV「極紫外線」

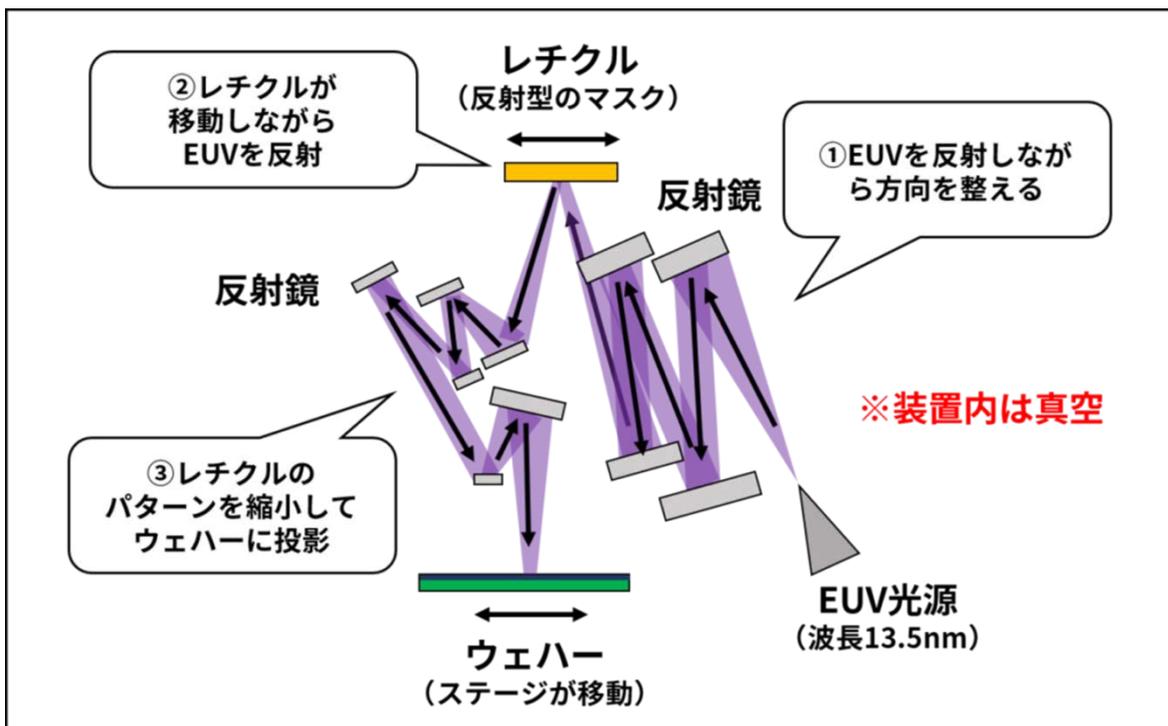
	最大クロック	相対的電力効率
10nm	4.1 GHz	(基準) 100%
10nm SuperFin	5.0 GHz	約110%
Intel 7	5.5 GHz	約115%
Intel 7+ (通称)	6.0 GHz	約120%

ノード 7nm からさらなる微細化には、EUV 露光技術が必須となる。 T=01:03:40

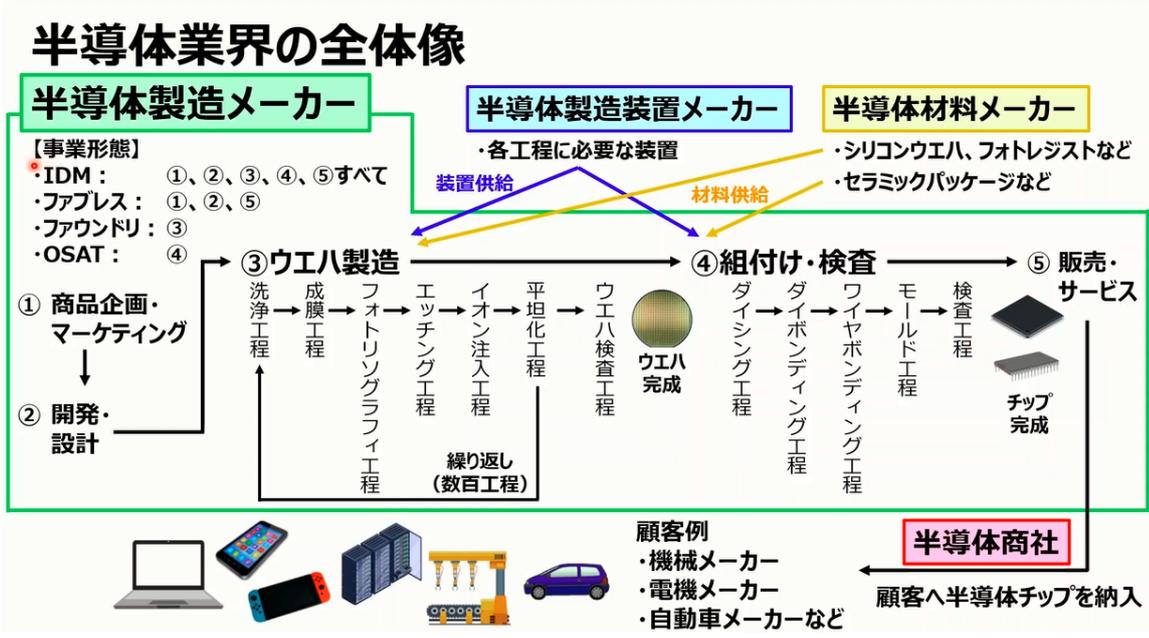


EU
V 露
光

EUV 露光 (T=01:04:32) $\lambda = 13.5\text{nm}$ で吸収されないよい真空中プロセスで、更にレンズ(石英レンズでも吸収してしまう)が使えないので全て反射鏡による光学系システムが非常に難しい。ASF 社のみ製造できる。



1-11) 半導体のサプライチェーン T=01:07:06



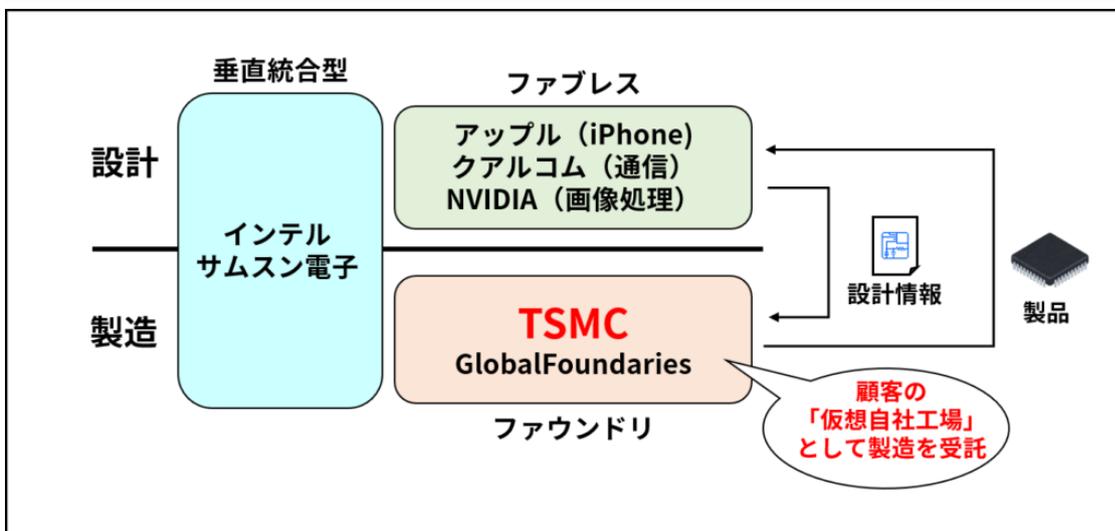
1-12) 半導体製造メーカー T= 01:09:09

半導体製造メーカー

近年はIDM企業が減り、**专业化（ファブレス、ファウンドリ、OSAT）**が進む。

事業形態	IDM	ファブレス	ファウンドリ	OSAT
業務	①商品企画・マーケティング ②開発・設計 ③ウエハ製造 ④組付け・検査 ⑤販売・サービス	①商品企画・マーケティング ②開発・設計	③ウエハ製造	④組付け・検査
特徴	企画、設計、製造、販売をすべて自社で行う	自社工場を持たず、製造は他社に委託する	ウエハ製造に特化	組付け、検査といった後工程に特化
主要メーカー	・インテル ・サムスン電子	・エヌビディア ・クアルコム	・TSMC ・SMIC	・ASE ・アムコア

インテル:CPU、サムスン:DRAM



1-13) 2022 年の世界半導体売上高ランキング・トップ10

T=01:10:12

Table 1. Top 10 Semiconductor Vendors by Revenue, Worldwide, 2022 (Millions of U.S. Dollars)

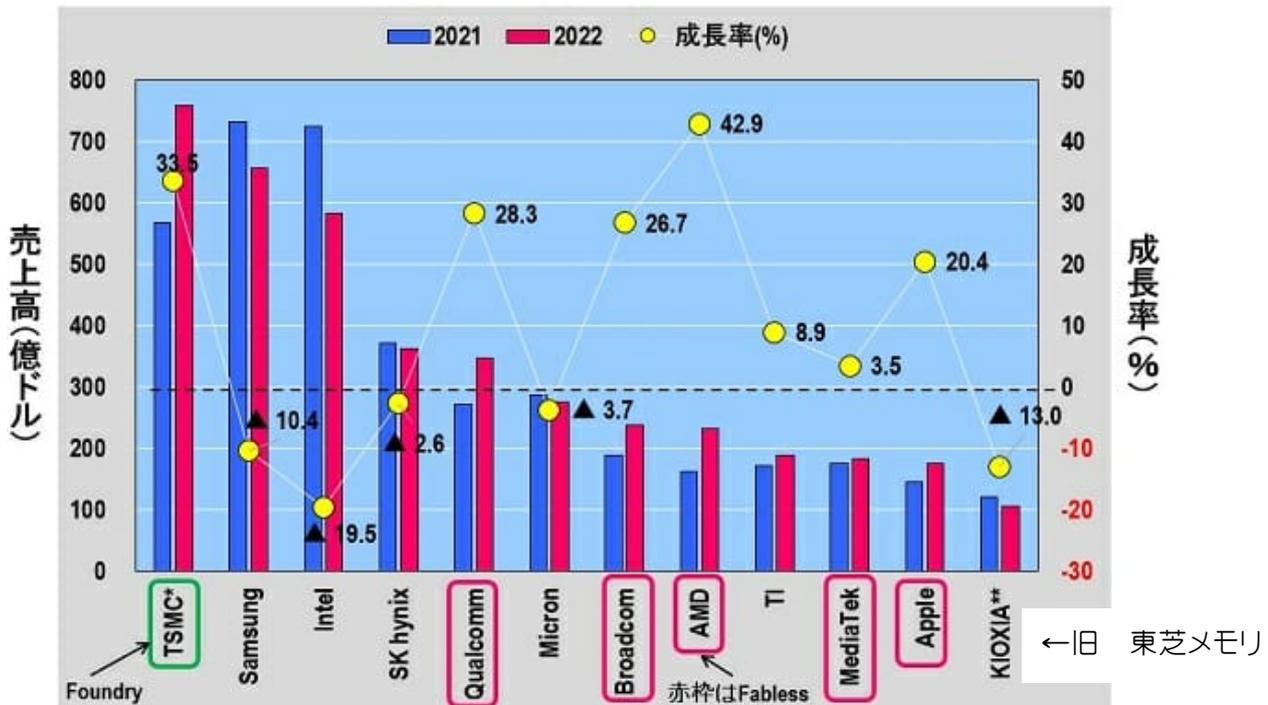
2022 Rank	2021 Rank	Vendor	2022 Revenue	2022 Market Share (%)	2021 Revenue	2021-2022 Growth (%)
1	1	Samsung Electronics	65,585	10.9	73,197	-10.4
2	2	Intel	58,373	9.7	72,536	-19.5
3	3	SK Hynix	36,229	6.0	37,192	-2.6
4	5	Qualcomm	34,748	5.8	27,093	28.3
5	4	Micron Technologies	27,566	4.6	28,624	-3.7
6	6	Broadcom	23,811	4.0	18,793	26.7
7	10	AMD	23,285	3.9	16,299	42.9
8	8	Texas Instruments	18,812	3.1	17,272	8.9
9	7	MediaTek	18,233	3.0	17,617	3.5
10	11	Apple	17,551	2.9	14,580	20.4
		Others (outside top 10)	277,501	46.1	271,749	2.1
		Total Market	601,694	100.0	594,952	1.1

Source: Gartner (January 2023)

2022年の世界半導体売上高ランキング・トップ10

出所: Gartner(2023年1月17日)の発表データ

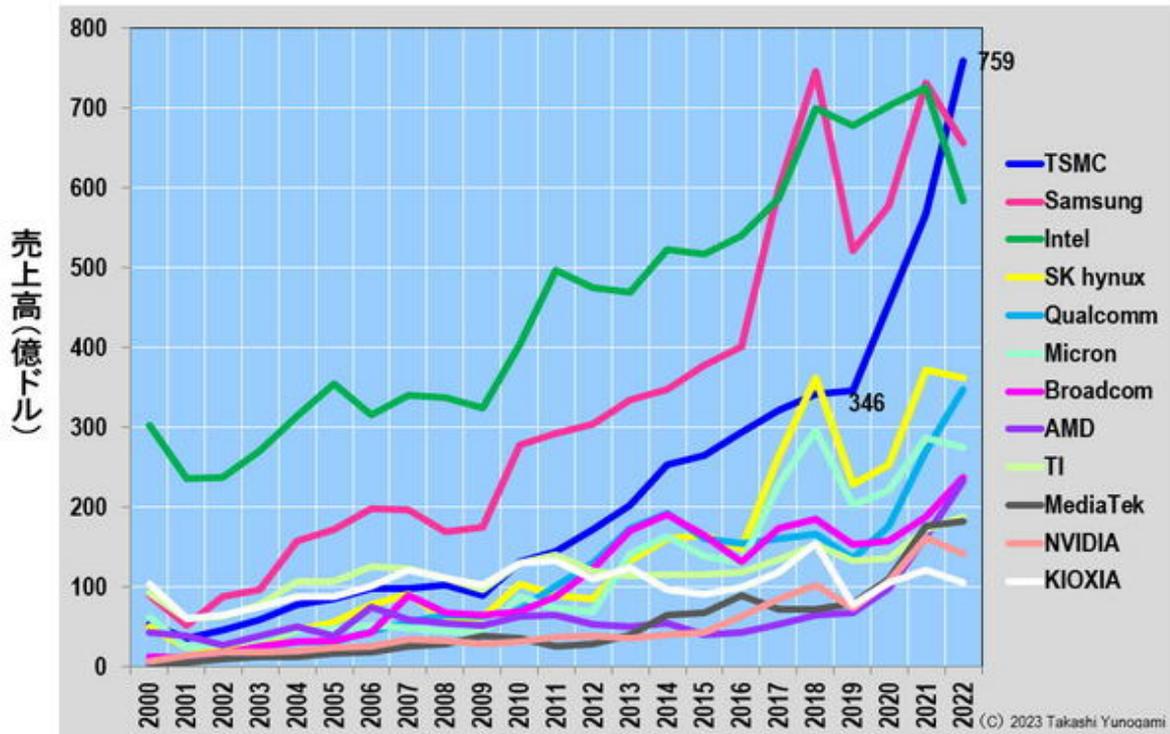
T=01:11:09



世界半導体メーカー別売上高ランキングの上記企業

出所: Gartner(2023年1月17日)を基に筆者作成。
 *) TSMCのデータは同社の決算報告書による。
 **) KIOXIAのデータは筆者の予測値

売上: T=01:12:32



1-14) 日本メーカーの半導体売上高

T=01:12:57

順位	企業名	2020年売上高	2021年売上高	'21/'20成長率
1	キオクシア	107.58 億ドル	129.48 億ドル	20.4%
2	ルネサスエレクトロニクス	67.12	99.35	48.0%
3	ソニーセミコンダクタ	87.10	89.09	2.3%
4	ローム	26.79	32.66	21.9%
5	東芝	25.52	29.71	16.4%
6	日亜化学	20.99	23.39	6.7%
7	三菱電機	15.78	19.44	15.9%
8	サンケン電気	12.37	13.62	10.1%
9	富士電機	10.86	13.22	21.7%
10	ソシオネクスト	8.42	11.06	31.4%
	日本企業全社合計	435.00	518.04	19.1%

1-15) 半導体受注製造サービスの世界ランキング

T=01:13:45

中国の半導体メーカーの存在感はまだ小さい —半導体受託製造サービスの世界ランキング—

順位	企業名(地域)	売上高 (億ドル)	市場シェア
1	台湾積体回路製造(台湾)	181.45	53.4%
2	サムスン電子(韓国)	55.88	16.5%
3	聯華電子(台湾)	24.48	7.2%
4	グローバルファウンドリーズ(米国)	19.98	5.9%
5	中芯国際集成电路製造 	19.03	5.6%
6	華虹集団 	10.56	3.1%
7	力晶積成電子製造(台湾)	6.56	1.9%
8	世界先進積体回路(台湾)	5.20	1.5%
9	合肥晶合集成电路 	4.63	1.4%
10	タワーセミコンダクター(イスラエル)	4.26	1.3%
合計		331.98	98.0%

(注)2022年4~6月期 (出所)集邦諮詢 (図表作成)財新

1-16) 世界の半導体製造装置メーカー売上高ランキング

T=01:14:40

世界の半導体製造装置メーカー売上高ランキング

(出典：VLSI Research)



・上位5社で市場全体の70%を占める

・本社国別
 日本：7社
 米国：4社
 オランダ：2社
 シンガポール：1社
 韓国：1社

・首位のアプライドマテリアルズと2位のASMLは売上高200億ドルを超える

・3位のラムリサーチと4位の東京エレクトロンは売上高160億ドルを超える

日本企業が半数を占めるが、
上位は米国企業が多い

1-17) 半導体製造装置メーカー

T=01:17:20

半導体製造装置メーカー

各半導体製造工程に特化した企業がひしめきあっている。

※東京エレクトロン

前工程	内容	主要メーカー
洗浄	ウエハ表面を洗浄、乾燥する工程	SCREEN、TEL※
成膜	各種薄膜を形成する工程	AMAT、TEL、KOKUSAI ELECTRIC
フォトリソグラフィ	ウエハ上に回路パターンを転写する工程	ASML、キヤノン、ニコン
エッチング	転写されたパターンに合わせ薄膜を削る工程	AMAT、ラムリサーチ、TEL
イオン注入	イオン化した不純物を添加する工程	AMAT、日新イオン機器、住友重機械イオンテクノロジー
平坦化	薄膜の凹凸を平坦化する工程	AMAT、荏原製作所、東京精密

後工程	内容	主要メーカー
ダイシング	ウエハからチップを切り出す	ディスコ、東京精密
ダイボンディング	チップをリードフレームに固定する	BESI、ASM
ワイヤボンディング	チップとリードフレーム間に金線を接続する	キューリック&ソファ、ASM
モールド	樹脂でチップをカバーする	TOWA、ヤマハ
検査	チップが正しく動作するかチェックする	テラダイ、アドバンテスト

1-18) 半導体材料メーカー

T=01:18:06

半導体材料メーカー

各半導体材料に特化した企業がひしめきあっている。

前工程の材料	内容	主要メーカー
シリコンウエハ	イレブンナインの超高純度Siで作られたウエハ	信越化学工業、SUMCO、GW
フォトマスク	フォトリソグラフィの原板	凸版印刷、HOYA
フォトレジスト	フォトリソグラフィ工程で使用する感光性樹脂	JSR、東京応化工業、信越化学工業
エッチング用薬品	洗浄やウェットエッチング工程で使用する薬品	森田化学、ステラケミア
ガス	ドライエッチング工程で使用するガス	昭和電工、大陽日酸、ADEKA
スラリー	平坦化工程で使用する研磨剤	ダウ・ケミカル、キャボット、フジミ
スパッタターゲット	成膜工程で使用する薄膜素材	JX金属、東ソー

後工程の材料	内容	主要メーカー
リードフレーム	チップを固定するための材料	三井ハイテック
モールド樹脂	チップを外気から遮断し保護する材料	住友ベークライト
セラミックパッケージ	チップを覆って保護する材料	京セラ、イビデン
基板	チップを搭載する薄い板材	イビデン、新光電気工業

2) 半導体の経済安全保障

T=01:19:05

2-1) 米中半導体戦争

戦略的重要物資としての半導体

電子機器を製造するには半導体が欠かせず、スマートフォンや IoT(Internet of Things)など多くの製品のデジタル化が進むにつれ、半導体の需要は伸び続けている。半導体なくして世界経済を語ることはできない。

一方、戦闘機、ミサイルなどの兵器には多くの半導体が使われており、軍事面でも半導体の確保が急務。

核兵器や超音速ミサイル、自律型ロボット兵器などの最新兵器には人工知能(AI)をはじめとする先端技術が取り入れられており、これらの技術を可能にしているのも先端半導体。

半導体は、経済のグローバル化にとって重要であると同時に、軍事システムの製造において中心的な役割を果たすため、世界の軍事バランスにとっても重要。安全保障の面でも半導体は欠かせない。

地政学的に見た、半導体のリスク

半導体生産能力を国・地域別にみると、ロジック半導体に関しては、台湾が最先端分野(10nm 以下)をほぼ独占、韓国や米国が一部シェアを占めている。世界で生み出されるコンピューティングパワーの3分の1以上は台湾製そのため、台湾をめぐる軍事衝突が生じた際には、半導体の供給が寸断されてしまうことも懸念される。

中国の脅威

中国が軍事的に台湾を脅かすようになったにもかかわらず、アメリカは台湾への依存度を高めたのは大きな誤り。アメリカは中国の AI(人工知能)が進歩して、諜報機関や軍事システムに配備されることを恐れている。世界の主要な軍は、軍事システムへのAIの応用を模索しているが、AIにとって不可欠なのが、高性能の半導体。アメリカの半導体の国内生産の目的は、先端半導体の製造における台湾への依存度を下げることであり、中国が攻撃してきた場合でも代替の供給源を確保できるようにしなければならない。

アメリカは中国の最先端の半導体の入手経路を遮断したい。

西側諸国、日本、韓国、台湾が最先端の半導体を中国に売らなければ、中国はそれを入手する方法はない。

アメリカの対中デカップリング戦略

T=01:23:54

Protect 米国などの先端技術へのアクセスを遮断し、中国の半導体産業の台頭を阻止する

Promote 産業政策を通じて米国の半導体産業を強化する。

国防権限法 2019

中国系企業 5 社と米政府機関との取引禁止 Huawei, ZTE, Hiter, Hanghou, Dahua

Huawei をエンティティリストにのせた。Huawei への半導体供給を止める。

対中 半導体輸出規制 2022/10

先端半導体を中国に作らせない・渡さない

先端半導体の製造装置や関連部品の輸出を事実上禁止

人工知能 AI やスーパーコンピュータ等の開発につながる半導体の輸出禁止
 アメリカ人技術者の中国半導体企業への関与禁止

Chips ad science act 2022

半導体産業への助成政策を通じて米国の半導体産業を強化する

アメリカでの総投資額は、5 年間でおよそ 7 兆円。

助成を受けた企業は 10 年間、中国には投資できない

TSMC はアメリカの西部・アリゾナ州に最先端半導体の工場を建設中。

Samsung テキサス州に 170 億ドル 最先端半導体の工場を新設。

Intel 170 億ドル投資予定

対中半導体輸出規制

T=01:27:32

対中半導体輸出規制の概要

		これまで (~2022年10月)	2022年10月発表の新規則と日韓政府の追加規制
主な戦略的目的		最先端半導体を中国企業に禁輸 中国による最先端半導体生産の阻止	AI、スパコン分野の中国企業台頭を阻止 中国による先端半導体生産の阻止
主な対象品目	半導体製品	<ul style="list-style-type: none"> 最先端半導体 (5G対応SoCなど) ※一部中国企業に対しては直接製造製品規則を適用 	<ul style="list-style-type: none"> 先端コンピューティング・スーパーコンピューター用半導体(AI半導体など) ※直接製造製品規則が適用
	半導体製造装置・ソフト	<ul style="list-style-type: none"> 最先端半導体 (10nm以下など) 製造用の装置・ソフト (EUVなど) 	<ul style="list-style-type: none"> 先端半導体 (14/16nm以下など)、 先端コンピューター・スーパーコンピューター半導体製造用の装置・ソフト (DUVなど)
主な対象範囲	最終需要者	<ul style="list-style-type: none"> 安全保障上の懸念のある中国企業 (大手テック企業など) 一部の中国半導体企業 (最大手ファウンドリ企業など) 	<ul style="list-style-type: none"> その他の安全保障上の懸念のある中国企業 (新興AI企業など) その他の中国半導体企業 (新興メモリ企業など)
	最終用途	<ul style="list-style-type: none"> 軍事最終用途 (軍事最終需要者を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> スーパーコンピューター開発・製造にかかる用途 先端半導体 (14/16nm以下など) 開発・製造に係る用途
	仕向地	N/A (特段規制は存在せず)	<ul style="list-style-type: none"> 先端コンピューター用半導体や設計ソフトなど一部品目に関しては中国 (仕向地) を対象
	米国人関与	N/A (特段規制は存在せず)	<ul style="list-style-type: none"> 先端半導体開発・製造に関する業務 (技術開発、製造装置の保守など)

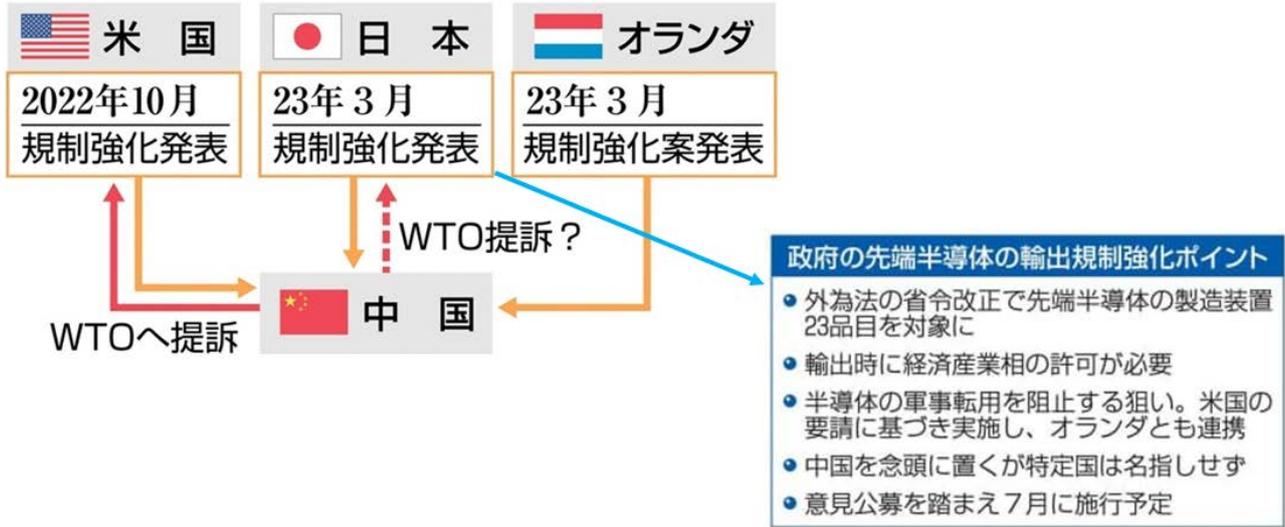
出典: 米国商務省資料をもとに PwC 作成。注: 主な規制内容のみを記載しており、規制詳細は商務省産業安全保障局の資料を参照

2-2) 第 3 国政府による協力

T=01:27:57

半導体サプライチェーンのチョークポイントを握るその他国々の協力なしにして、その効果を発揮することはできない。半導体製造装置は日本や欧州のメーカーが高いシェアを占めており、これらのメーカーの製品が中国に販売されることを防ぐという狙い。バイデン政権は日本やオランダに協力を要請しており、既に基本合意に至っている

先端半導体の対中輸出規制

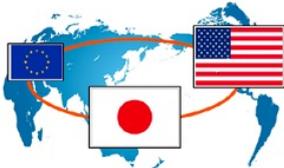


2-3) 日本の対応

T=01:29:50

半導体を巡るグローバルな構造変化

【20世紀】



日・米・欧で寡占



電気製品の一部品

(1) 経済安全保障の環境変化

- 米中技術覇権の対立により、半導体の確保は経済安全保障と直結。

(2) アフターコロナのデジタル革命

- ありとあらゆる社会がデジタル化し、半導体はデジタル化の帰趨を握る基幹製品。

(3) エネルギー・環境制約の克服

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上で、半導体の省エネ化・グリーン化は必須。

(4) レジリエンスの強靱化

- 半導体不足による最終製品の生産停止など、あらゆる産業へのインパクト(サプライチェーンリスク)が甚大。

(5) 日本の凋落

- 半導体世界市場の拡大にもかかわらず、過去30年間で日本の存在感は低下。

【21世紀】



台湾・韓国台頭、米中対立
⇒ 半導体は国際戦略物資へ



デジタル化・グリーン化の進展
⇒ 半導体がセキュリティ・脱炭素のキーパーツに

(出典) 東京エレクトロニクス(株)HP 4

2-4) 日本の凋落

T=01:30:33

(参考) 日の丸半導体凋落の主要因

<p>● 日米貿易摩擦によるメモリ敗戦</p> <ul style="list-style-type: none"> 1980年代、世界を席巻した日の丸半導体メーカーは、日米半導体協定による貿易規制が強まる中で衰退 その後、1990年代、半導体の中心が、メモリ(DRAM)から、ロジック(CPU)へと変わる潮流をとらえられず 	<p>● 設計と製造の水平分離の失敗</p> <ul style="list-style-type: none"> 1990年代後半以降、ロジックの設計・製造が垂直統合型から、オープンなアーキテクチャ(ARM)を用いたファブレス企業/ファウンダリ企業の水平分離型の新潮流へ しかしながら、日の丸半導体メーカーは電機・情報通信機器の親会社が競争力を失う中で、半導体製造部門の切り出し・統合が難航。 	<p>● デジタル産業化の遅れ</p> <ul style="list-style-type: none"> 21世紀に入り、PC、インターネット、スマホ、データセンタの普及など、世界的にデジタル市場が進展する中で、国内のデジタル投資が遅れ、半導体の顧客となる国内デジタル市場が低迷 必要な半導体の国内設計体制を整えられず、現状、先端半導体は海外からの輸入に依存 
<p>● 日の丸自前主義の陥穽</p> <ul style="list-style-type: none"> 1990年代後半以降、多額の研究開発・技術開発予算を投じてきたものの、日の丸自前主義に陥り、供給側(設計・製造・装置・素材)の担い手はもとより、需要側(デジタル産業)も含め世界とつながるオープンイノベーションのエコシステム(欧州Imec、米国Albany)や国際アライアンスを築けず 	<p>● 国内企業の投資縮小と韓台中の国家的企業育成</p> <ul style="list-style-type: none"> バブル経済崩壊後の平成の長期不況により将来に向けた思い切った投資ができず、国内企業のビジネスが縮小。 一方で、韓国・台湾・中国は、研究開発のみならず、大規模な補助金・減税等で長期に亘って国内企業の設備投資・支援して育成してきた。 	

8

2-5)

T=01:33:44

(1) 国内対策① 先端半導体製造技術の共同開発とファウンダリの国内立地

- 日本の①製造装置・素材産業の強み、②地政学的な立地優位性、③デジタル投資促進をテコに、**戦略的不可欠性を獲得する観点から、日本に強みのある製造装置・素材のチョークポイント技術を磨くために、海外の先端ファウンダリとの共同開発を推進する。**さらに、**先端ロジック半導体の量産化に向けたファウンダリの国内立地**を図る。
- 具体的には、**まず先端半導体製造プロセスの①前工程(微細化ビヨンド2nm)、②後工程(実装3Dパッケージ)**で、**我が国の素材・製造装置産業、産総研等と連携した技術開発**を順次開始。
- さらに、こうした開発拠点をベースに、将来の本格的な**量産工場立地**を目指す。



14

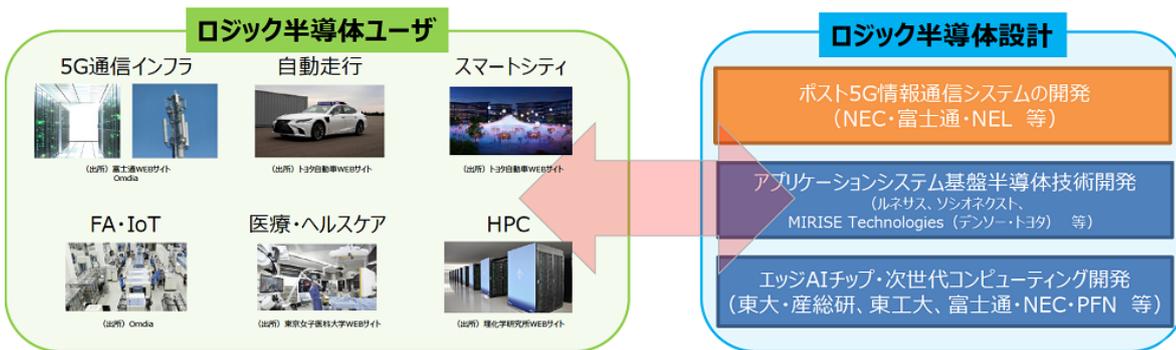
日本は台湾の TSMC の工場を熊本県に誘致し建設中

2-6)

T=01:34:53

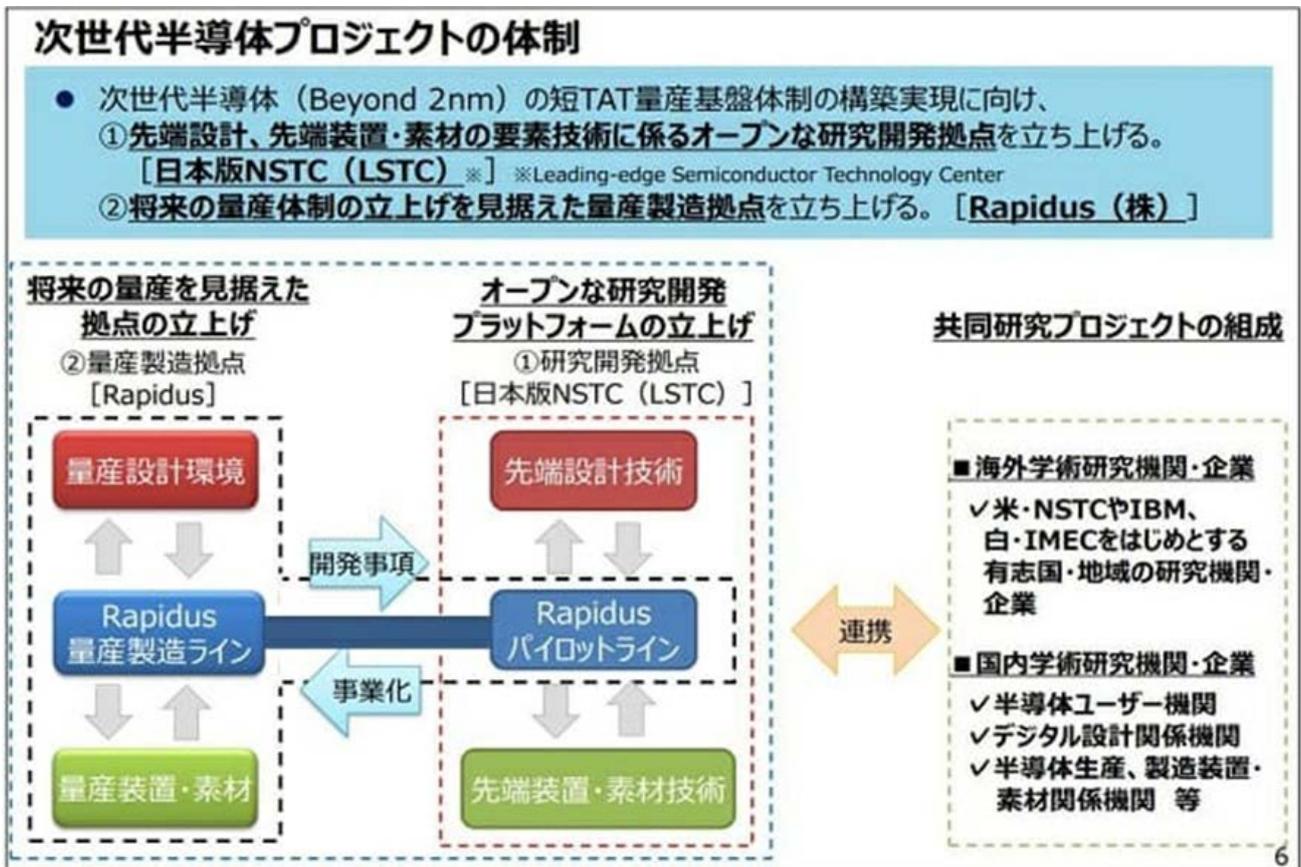
国内対策② デジタル投資の加速と先端ロジック半導体の設計強化

- 今後、5G・AI・IoT等のデジタル技術基盤の発展により、これらを活用した自動走行、FA、スマートシティ等のアプリケーションシステム・デジタルユースケースに必要なロジック半導体の設計開発に取り組む。
- デジタル投資（デジタルニューディール）、DX促進と先端ロジック半導体の設計開発を並行して取り組むことで、ロジック半導体の需要を喚起。
- そのため、先端ロジック半導体のユーザ企業とその設計企業、さらには通信キャリア・ベンダーが一体となってエッジ向けの半導体設計技術の開発を推進。



T=01:36:39

2-7) Rapidus (株) のポジション



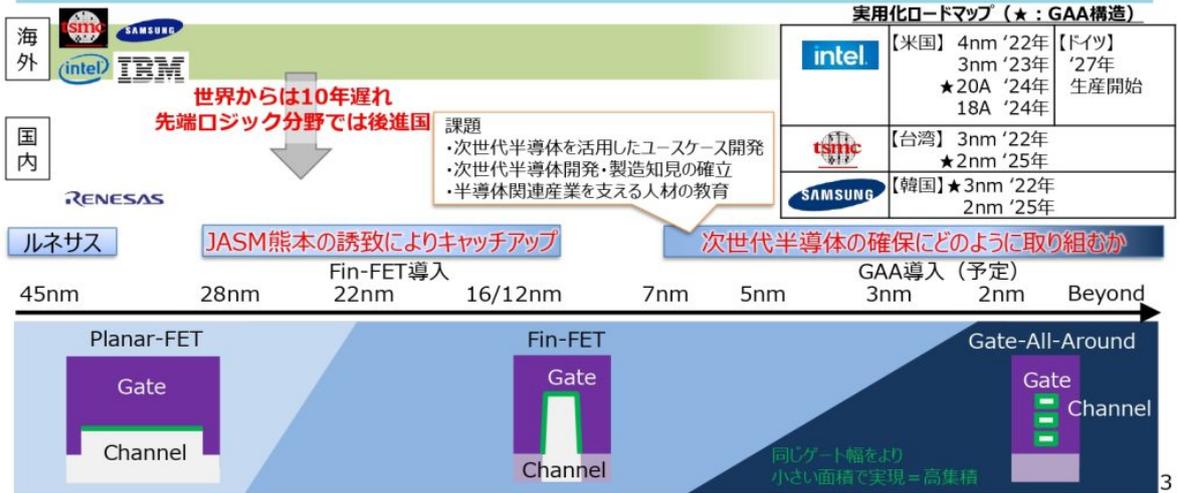
2022 年には先端半導体の国産化を目指す新会社「Rapidus」が設立され、先端半導体の技術開発を行なう。

2-8)

T=01:38:23

Beyond 2nmの次世代半導体の確保

- 半導体トップメーカーを有する米国、韓国、台湾に加えて、欧州もドイツにIntelの工場を誘致するなど、世界中で次世代半導体の開発が加速。
- 最先端半導体はFin型からGAA型に構造が大きく変わり、量産に向けて高度な生産技術が必要となる転換期。
- 10年前にFin型の量産に至らなかった日本が改めて次世代半導体に参入するラストチャンス。
- その実現には、TSMC誘致、拠点拡大によるキャッチアップを進めるとともに、10年の遅れを取り戻す、これまでとは異次元の取組が必要。



2-9)

T=01:39:21

日米連携による半導体産業政策

- 半導体のサプライチェーン強靱化・研究開発には、同盟国や有志国・地域で連携して取り組むことが不可欠。日米間でも、首脳・閣僚レベルで半導体に係る協力が進展。
 - 5月4日、萩生田前経産大臣とレモンド米商務長官の間で、「半導体協力基本原則」に合意。
 - 5月23日に開催された、「日米首脳会談」では、「半導体協力基本原則」に基づく、「次世代半導体開発の共同タスクフォースの設置を発表」した。
 - 7月29日に開催された、「日米経済政策協議委員会（経済版「2+2」）」では、重要・新興技術の育成・保護に向けて、「日米共同研究開発の推進に合意」。日本側の取組として、「研究開発組織（日本版NSTC）の立ち上げを発表」。

半導体協力基本原則（概要）
(2022年5月4日 萩生田前大臣とレモンド米商務長官で合意)

- 以下の基本原則に沿って、二国間の半導体サプライチェーンの協力を行う
 1. オープンな市場、透明性、自由貿易を基本とし、
 2. 日米及び同志国・地域でサプライチェーン強靱性を強化するという目的を共有し、
 3. 双方に認め合い、補完し合う形で行う
- 特に、半導体製造能力の強化、労働力開発促進、透明性向上、半導体不足に対する緊急時対応の協調及び研究開発協力の強化について、二国間で協力していく。



5月23日 日米首脳会談

2-10)

T=01:40:31

Rapidus (ラピダス)

項目	内容
会社名	Rapidus株式会社 (Rapidus Corporation)
本社所在地	東京都千代田区麹町4丁目1番地麹町 ダイヤモンドビル11階 (現在設置中)
設立日	2022年8月10日
上場市場 (証券コード)	未上場
資本金	73億4600万円 (2022年11月時点 資本準備金含む)
売上高	-
事業内容	・半導体素子、集積回路等の電子部品の研究、開発、設計、製造及び販売 ・環境に配慮した省エネルギーの半導体及び半導体製造技術の研究、開発 ・半導体産業を担う人材の育成、開発
従業員数	-

企業名	出資額
キオクシア株式会社	10億円
ソニーグループ株式会社	10億円
ソフトバンク株式会社	10億円
株式会社デンソー	10億円
トヨタ自動車株式会社	10億円
日本電気株式会社	10億円
日本電信電話株式会社	10億円
株式会社三菱UFJ銀行	3億円

次世代半導体の量産製造拠点を指すため、国内トップの技術者が集結し、国内主要企業から賛同を得て設立された事業会社

T=01:41:08

ラピダスは果たして成功するのか

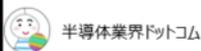
非常に厳しい戦いになるのは間違いない

多くの課題が山積み

- ・10年間で5兆円と言われる設備投資の財源
- ・微細化開発を進めていない日本での人材確保と育成
- ・仮に2nmプロセスを実現できたとして、採算が合う製品の有無
- ・2027年頃にはTSMCやサムスン電子は更に先へ進んでいる可能性
- ・船頭多くして船山に上るに成りかねない
- ・どこにどの程度の規模の工場を作るのか

とはいえ、このまま何もしなかったら世界の半導体産業における日本の存在感はますます低下することは確実

⇒何もしないよりはるかにマシ、やるからには結果を期待し応援したい！



半導体業界ドットコム

3) Q&A

T=02:07:12

Q) 大学は最先端技術を追求しているところは有るか。

A) 設備に費用が掛かることから、無くなった。

Q) 大学での研究は中国人留学生を通して筒抜けではないか。

A) 中国の法律では、個人の持つ情報は国の要求があれば、すべて開示する義務があるため、現状は筒抜けと思われる。

Q)ドイツの存在が無いのはなぜ？ フラウンホーヘル社の活躍しか見えない。

A)オランダにはフィリップスが活躍している。日本と共に車依存で他の産業力低迷か。

Q)CPU1個当たり周辺半導体は500倍と言われている、そちらの方が技術よりもうかるのでは。

A)SiC などパワー系は日本が一番進んでいるので、これで稼ぎながらロジックを立ち上げなおすのが良い。

Q)モノリシック技術は繋ぎの飯のタネになりうるか

A)たぶん OK

Q)EUV 光源は何か？

A)Sn のプラズマから導き出すようだ。

(参考)

USHIO の資料に記載有。

<https://www.ushio.co.jp/jp/technology/lightedge/200803/100353.html>

13.5nm の EUV (Extreme ultra-violet) 光源を用いた EUV リソグラフィーは、LSI の次世代リソグラフィーとして有力視されている。EUV は、DPP (Discharge Produce Plasma) や LPP (Laser Produced Plasma) により高温・高密度のプラズマから得られます。 詳細は上記参照

(T=02:07:10)

	最大クロック
10nm	4.1 GHz
10nm SuperFin	5.0 GHz
Intel 7	5.5 GHz
Intel 7+ (通称)	6.0 GHz

Q)微細化が進む割にはクロック周波数はあまり上がらないのはなぜ？

A)1GHzの信号は1クロック1nS で30cm 進。

5Ghz の信号は 0.2nS で 6cm 進み、基板上の配線での遅延により論理回路として動作できなくなる(配線長が波長の 1/10 以下)。したがって、チップの中の配線を短くする、更に平面配線でなく3D 配線が必要。

更に、配線のインピーダンスで遅延が生じ、信号が乱れ安定しなくなるのが主な原因。でないと即ち、クロック周波数が高くなると、信号の群遅延が生じ信号波形の乱れでロジック回路が成り立たなくなる。

T=02:11:17



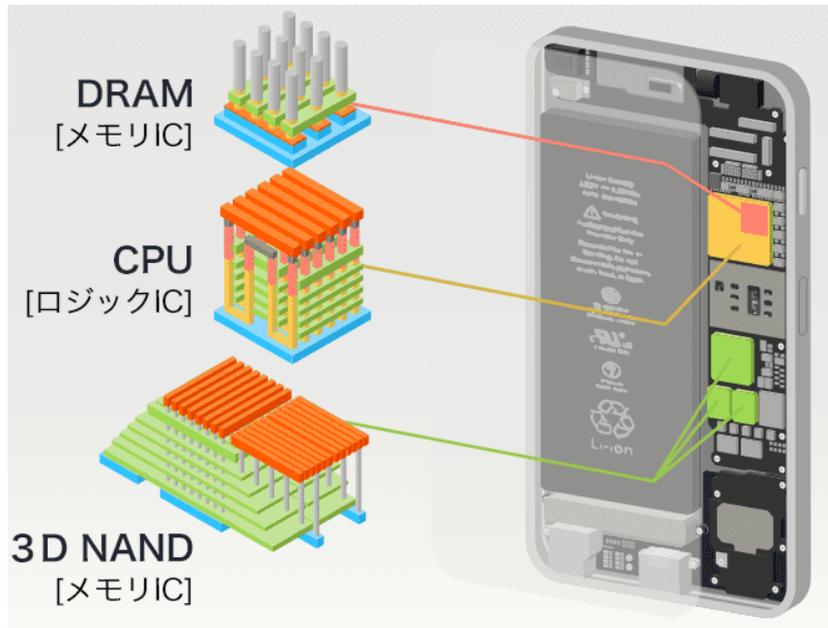
会議風景

T=02:12:29

Q)CPU から外部回路に出る I/O 信号や各種制御信号の端子は何個ぐらいあるか？

A)具体的数字は分からないが、高速の信号処理が必要なのでパラレルのはず=出力端子は非常に多いだろう。3D 構造にしても限界が有ることから、現在のクロックより早くすることは限界と思われる。より高速の信号処理が期待できる量子コンピューターの出現が望ましい。

3D 構造



量子コンピューターの用途:

GTP-4 の意見では:

Q) 演算速度向上のために、量子コンピューターの実用化が薦められているが、従来の半導体集積回路によるコンピューターも併用になると考えられます。GPT-4 はどのように思いますか？

ChatGPT

A) はい、その見解は妥当だと思います。現在までの技術開発の進行によれば、量子コンピューターは確かに一部の特定の問題を解くのに非常に優れた能力を持つことが示されています。例えば、大規模な整数の素因数分解や特定の最適化問題などです。しかし、量子コンピューターはまだ開発の初期段階にあり、その信頼性、耐久性、スケーラビリティ(拡大可能性)などについては、現行のクラシカル(古典的)なコンピューターシステムに劣ります。

そのため、少なくとも近い将来では、量子コンピューターとクラシカルなコンピューターが併用されることが予想されます。特定のタスクは量子コンピューターに、一般的な計算タスクやインフラストラクチャ関連のタスクはクラシカルなコンピューターに任せるといった具体的な役割分担が考えられます。また、量子エラー訂正などのテクニックを使用して、量子コンピューターの信頼性を向上させるために、クラシカルなコンピューターが補助的な役割を果たすこともあります。

したがって、少なくとも中期的な視野では、量子コンピューターとクラシカルなコンピューターの併用は現実的なシナリオであると言えます。ただし、技術は日進月歩であり、今後の研究や開発により、この見解が変わる可能性もあります。

T=02:19:10

Q) 製造には時間がかかる。露光の精度を保つむつかしさが有るのではないか。

A) 露光は真空中で行わうので、熱膨張による精度劣化を防ぐためにワークの(Sc ウエファー)温度管理がととも難しい。今までの露光機は、ワークとしてのシリコンウエファを真空チャックで密着するので温度管理している。

T=02:20:00

Q)装置の値段は？

A)従来の露光装置は 10 億円/台程度。一方、EUV 露光装置は 200 億円/台 これが、~5 台必要。
最先端の半導体作成のための通しが必要。

4)今後の日程

第 134 回 6 月 25 日 (日)13 時 ~ 寺川 雅嗣 様

第 135 回 7 月 23 日 (日)13 時 ~ 生駒 篤一 様 代講依頼中

第 136 回 8 月 20 日 (日)13 時 ~ 神田 忠起 様

HP <http://www.cis-laboratories.co.jp/index.html>

以上

2023-5-31 文責 山本洋一