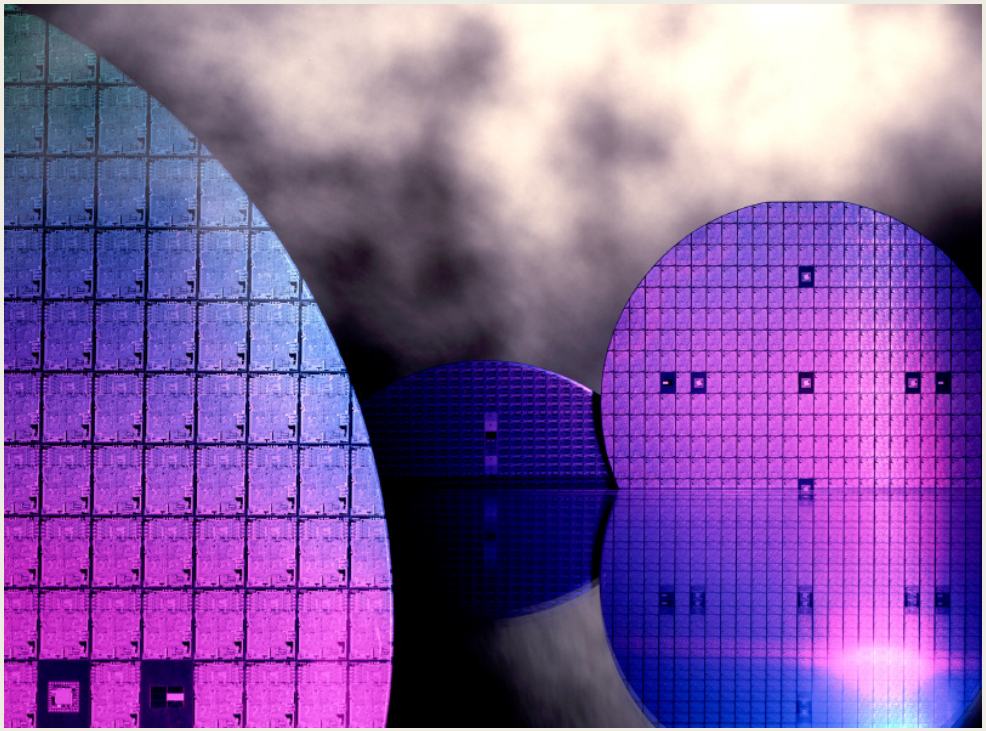
日本の半導体インフラストラクチャー産業と経済安全保障

株式会社マイクロセミコンダクターリサーチ
山下　政治

目次

- 山下政治の半導体経歴
- 半導体とは
- 半導体産業の構造
- 日の丸半導体
- 戦略物資である半導体
- 安全保障の半導体
- 実は元気な日本の半導体
- 半導体インフラストラクチャー産業
- 露光装置部門の強化
- 日米半導体同盟の提案
- まとめ



半導体経歴

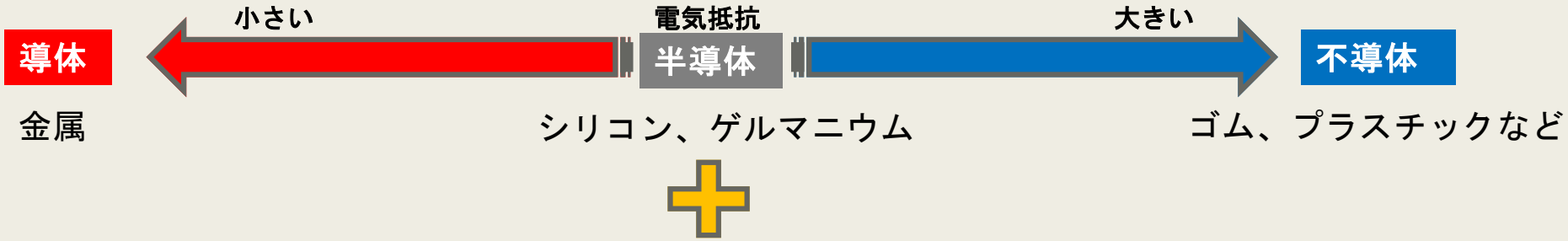
- 1983：半導体製造装置の電気制御の組み立て配線業
- 1985：半導体製造装置販売商社入社
- 1986：同商社海外営業のためアジア、アメリカ、ヨーロッパへ事業展開
- 1993：同商社米国現地法人をオレゴン州ポートランドに設立
- 2002：光半導体メーカー米国現地法人にヘッドハンティングされる
- 2004：上記商社出資によるMicro Semiconductor Research社設立
- 2006：出資金全額払い込み完全独立
- 2012：日本法人株式会社マイクロセミコンダクターリサーチ設立

半導体製造装置の製造業⇒装置の販売業⇒半導体の販売業⇒ファブレスでの半導体製造業
一通りの半導体産業での経験を持つ。

営業・技術打ち合わせ、装置搬入のため訪問した都市
クアラルンプール、新竹、ソウル、シンガポール、上海、エジンバラ、ニューキャッスル、サザンプトン、デュッセルドルフ、ベルリン、ミュンヘン、コペンハーゲン、ストックホルム、ヘルシンキ、チューリッヒ、ミラノ、アヴェツァノ、テルアビブ、ポートランド、サンノゼ、ボイジ、フェニックス、ダラス、オースチン、シャーマン、インディアナポリス、デトロイト、ボストン、バーリントン、モントリオール

半導体とは？

半導体とは電気を通す物質と電気を通さない物質の中間の物質



電気的特性の異なる不純物半導体を組み合わせる

軍事レーダー検知用途として微弱な電波を増幅するために開発された。

後に増幅する/しないをスイッチ機能として使用しメモリーや計算機として使用するようになった。

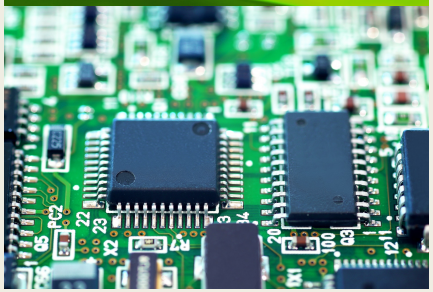
増幅やスイッチング機能を持つトランジスターが出来上がる。これを集積した回路をICチップという。

半導体産業の構造

半導体産業はシリコン基板製造、デバイス製造、組み立て工程の3つの製造に分業されこれらを製造する各工程ごとに必要な装置産業およびプロセスする薬品等の材料産業から成り立っている。

シリコン基板は半導体チップを製造する基板で高純度シリコン結晶を製造する工程である。
ポリシリコンという材料を溶解し円柱状のインゴットと言われる単結晶を製造しこれをスライスし研磨して製造される円形の非常に薄い基板をシリコンウェーハと言い、この基板を製造する産業。

シリコンウェーハに酸化膜、窒化膜、金属膜等の成膜加工、レジスト剤塗布、露光などの工程を繰り返し行いシリコンウェーハ上に微細なトランジスターと配線パターンを形成する産業。

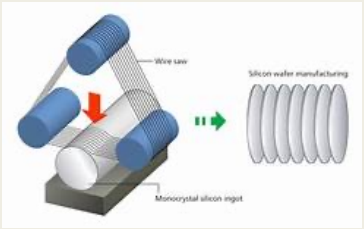


シリコンウェーハ上に形成したトランジスターの集合体をダイと言い四角形をしている。この四角形のダイを切断しチップにする。このチップをエポキシ剤でモールディングして半導体チップが完成する。この工程は難易度および付加価値的には低いためフィリピン等東南アジア諸国で行われている。

半導体産業の構造

CZ結晶

スライシング

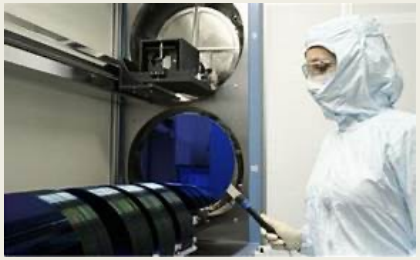


ポリッシング

洗浄

梱包

CVD

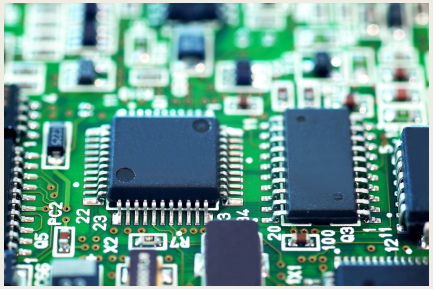


レジストコート

露光

デベロッパー

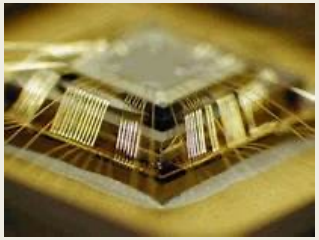
エッチング



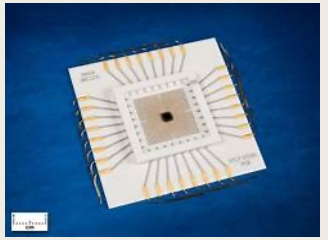
ダイシング

裏面研削

ワイヤーボンディング



パッケージング



日の丸半導体

１９８０’s

日本の半導体メーカーの世界市場は50%以上あった。当時の世界半導体売り上げベスト10のうち7～8社が常に日本メーカーであった。NEC、日立、東芝、富士通、三菱、松下電気、沖電気、三洋電機など。その他は米国メーカーのTI、インテル、ドイツのジーメンス。1986年に日米半導体協定を締結させられ最終的に日本は米国製半導体を日本市場の20%の輸入を強制させられた。

日の丸半導体

１９９０’s

1986年の日米半導体協定は日米半導体戦争であった。日本は品質の粗悪な米国製半導体を買わされその殆どを廃棄していたとの情報もあった。1990年代には製造コストの安価な韓国製半導体が台頭し始め、台湾も半導体製造に力そ注ぎ始めた。日本は徐々に半導体市場を失い始めたが米国は市場をメモリーからマイクロプロセッサーに切り替え市場の落ち込みはなかった。

日の丸半導体

２０００’s

パソコンのCPUでは米国製が独占状態でありメモリーは韓国製の中で日本の半導体は衰退の一途をだどる。台湾はファンドリー事業に専念しているため他国と競合することなく生産量を伸ばし同時に製造技術を磨いてきた。日本はNEC+日立合弁で新規事業展開を図るも民主党時代の超円高政策により敢なく沈没。

日の丸半導体

２０１０’s

台湾の半導体企業はほとんどがファウンダリと言われる製造工場でインテルやサムスン、東芝のような自社ブランドの半導体は製造していない。製造技術で勝負しているのである。

東芝が開発した3D NAND フラッシュメモリーの事業化が米WH買収で負債を負い事業化できずその技術は韓国へ流れてしまい、折しもクラウドの普及によりサーバーへのメモリーが逼迫し韓国半導体の市場占有は大きい。台湾は製造技術の高度化に伴い事業は大きく展開していく。日本はイメージプロセッサーで定評のあるソニーは生き残り東芝も3D NANDフラッシュメモリーを事業化した。

戦略物資である半導体

- 元来軍事レーダー傍受のため増幅器として開発されたトランジスター（半導体）は戦略物資である。
- 1980年代はCOCOM規制があり共産圏諸国への戦略物資の輸出は規制の対象とされていた。
- 半導体は産業の米と言われるようになり、ラジオ、テレビからパソコンなどあらゆる電子機器には半導体がパーツとして使用され民生用途となり戦略物資のイメージがかき消されていった。
- しかし最新戦闘機、イージス艦、空母などの軍事兵器や人工衛星のコントロール、およびスーパーコンピューター等では、半導体は主要パーツの一部であり、半導体はCOCOM規制がなくなった今でも戦略物資なのである。

安全保障の半導体

半導体は戦略物資のため先端兵器製造には必要不可欠なパーツである。

＝

トランプ政権時、チャイナへの半導体禁輸政策によりチャイナは莫大な投資をし半導体製造に躍起になっていた。チャイナは台湾からの投資により1990年代から半導体製造を開始。日本の半導体産業低迷時チャイナは製造装置を日本から爆買いし、また、それら装置をコピーして独自に半導体を製造しているものの、今のところ最先端ICチップをチャイナは製造することはできていない。しかし日米からの技術を盗んで製造していることは確実である。日米は敵対国への半導体および製造装置の輸出を安全保障の観点から禁輸措置を取る必要がある。

安全保障の半導体

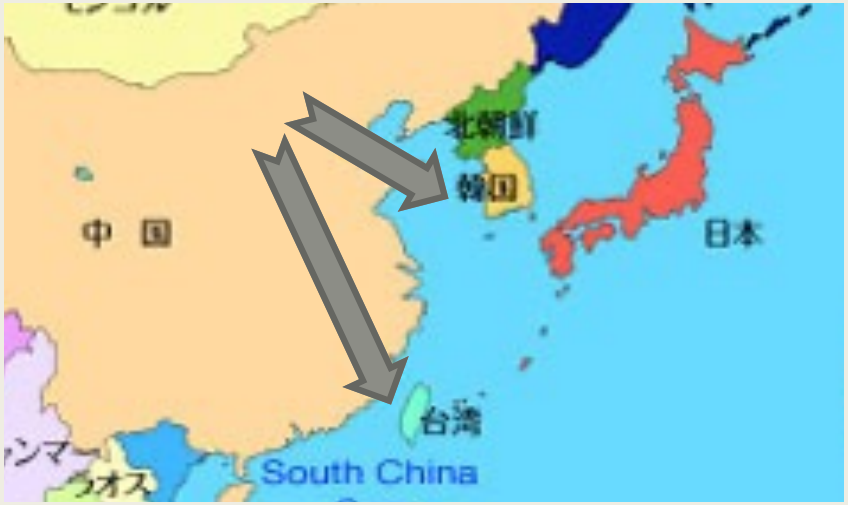
日本が戦前に併合した諸国だ！！！

最先端半導体製造技術を持つメーカー → TSMC（台湾）・サムスン電子（韓国）

CHIP for America ACT法案の可決 → 半導体産業への5.1兆円の補助金

- TSMCをアリゾナ州へ誘致
- サムスン電子をテキサス中へ誘致

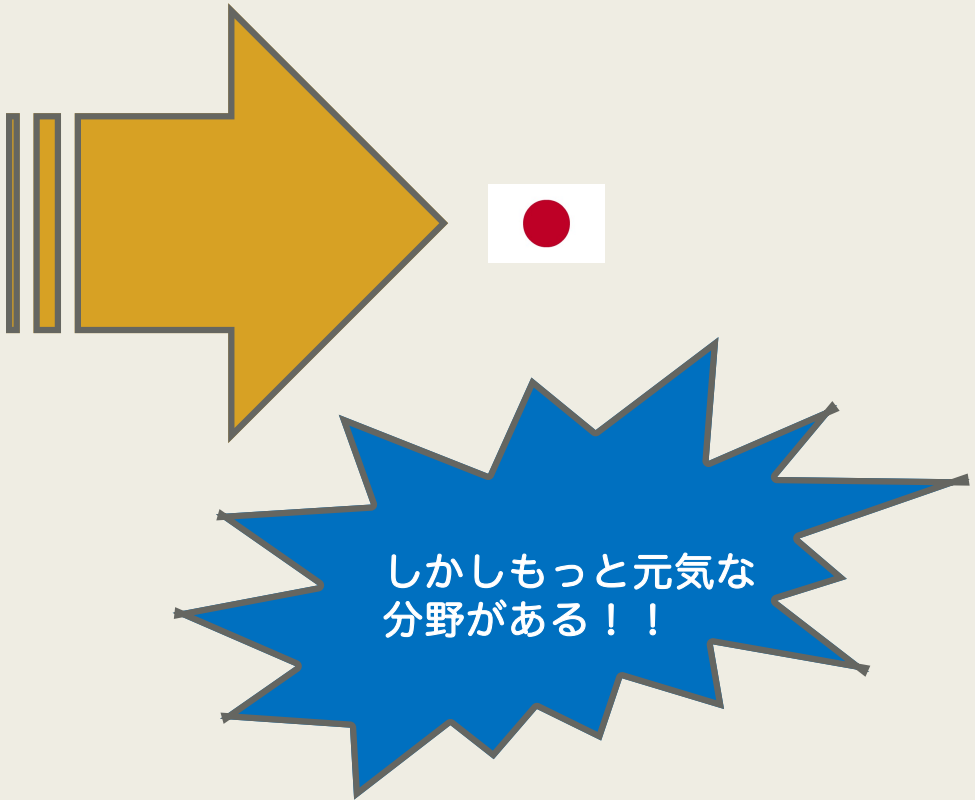
チャイナは「一つのチャイナ」とのプロパガンダで台湾をチャイナの一部と位置付け台湾への侵略を狙っている。韓国の政策は北朝鮮への併合を目論んでいる。北朝鮮はチャイナから食料・エネルギーを支援されているためチャイナの言いなりである。



台湾がチャイナに侵略され、反日・反米政策を韓国がこのまま続ければTSMC、サムスン電子はチャイナに飲み込まれ、最先端半導体工場を手に入れることができる。
半導体技術を巡っての安全保障上でも日米は韓国をこのまま同盟国とし、台湾はチャイナ侵略時は死守する必要がある。

実は元気な日本の半導体

1980年代世界を席巻した日の丸半導体は今や見る影もなくなってしまったが、日本の強い半導体分野もある。CCD, C-MOSやディスクリート半導体は元気である。



実は元気な日本の半導体

半導体産業のインフラストラクチャー企業は非常に元気である。

半導体基板
200mmシリコンウェーハ
300mmシリコンウェーハ

最先端半導体製造のための基板を提供できるメーカーは現在**日本のみ。**

高純度薬品・ガス
炭化フッ素ガス
フォトレジスト剤
モノシランガス
CMPスラリー

高純度薬品やガスは**日本メーカーは市場の50%**以上を占めている。レジスト剤においては**日本のメーカーがほぼ独占。**ホワイト国から外された韓国は独自にレジスト剤製造したが純度が上がらずサムスンでの製造が一時停止した。

製造装置
CVD
プラズマCVD
レジストコーター
露光装置
エッチング装置
CMP装置
洗浄装置

製造装置においては**日本の市場占有率は30%**で**その他はほぼ米国が占めている**が露光装置のみオランダが90%。かつてはニコン・キャノンが独占していたがスキャナーの開発により市場を奪われた。検査装置については米国が独占。チップにするダイサーは日本が独占。

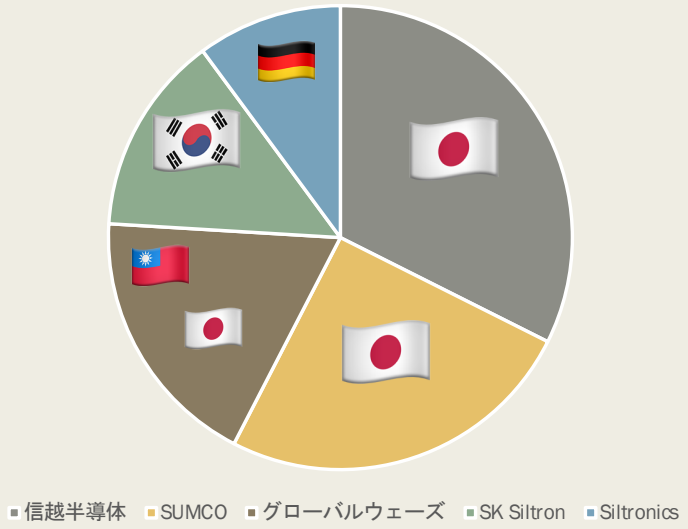
日本と米国は世界の半導体製造をコントロールしているのである。

インフラストラクチャー産業–シリコンウェーハ

半導体基板シリコンウェーハメーカー

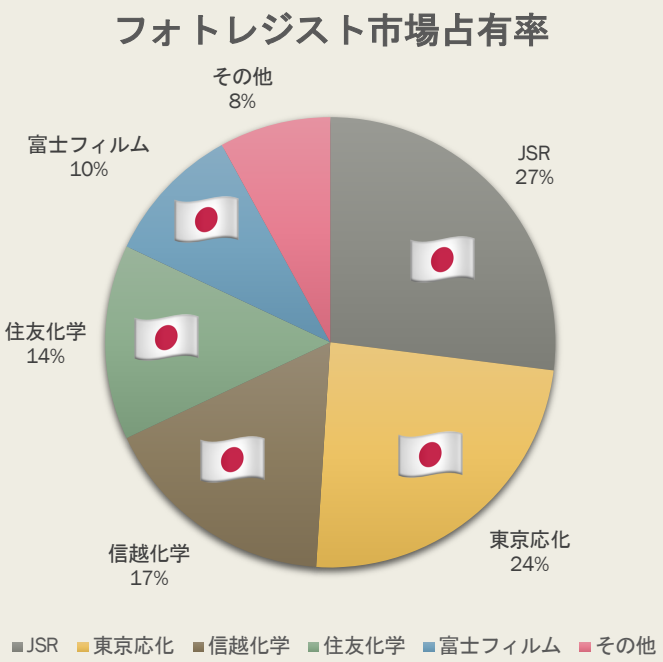
🇯🇵信越半導体
🇯🇵SUMCO
🇹🇼グローバルウェーハズ（300mm製造は日本）
🇰🇷SK SILTRON
🇩🇪SILTRONICS

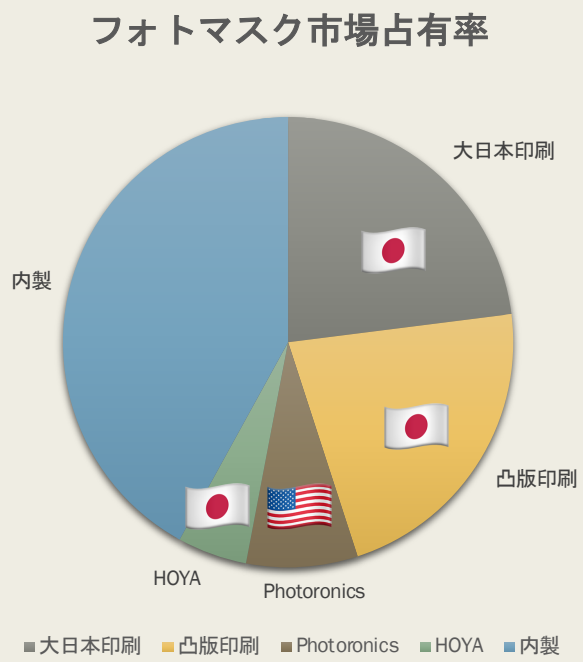
シリコンウェーハ市場占有率

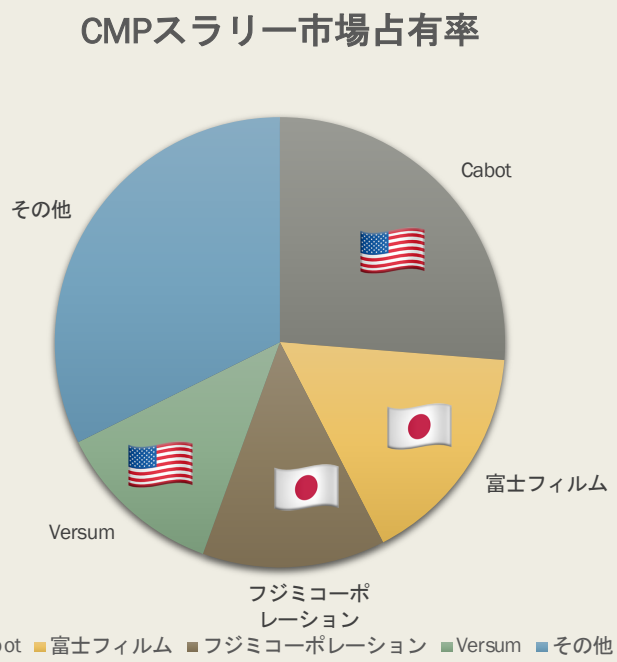


半導体製造の上で基板となるシリコンウェーハは11Nと言われる高純度品が必要であり、最先端半導体製造はさらに結晶欠陥のないウェーハが必要になる。この結晶欠陥のないウェーハを製造できるメーカーは今のところ日本以外にはないのが現状である。

インフラストラクチャー産業–薬品・ガス



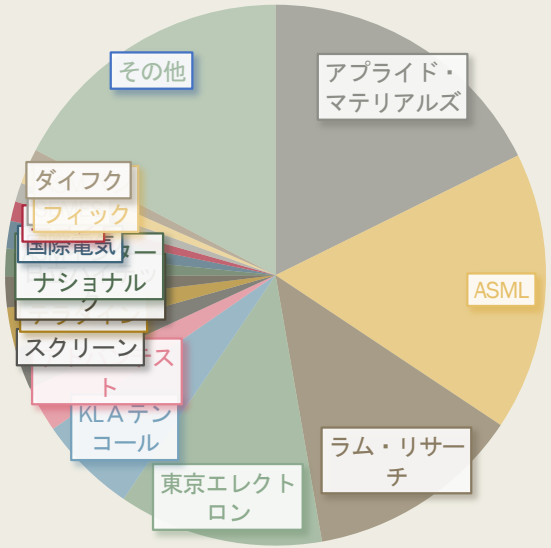




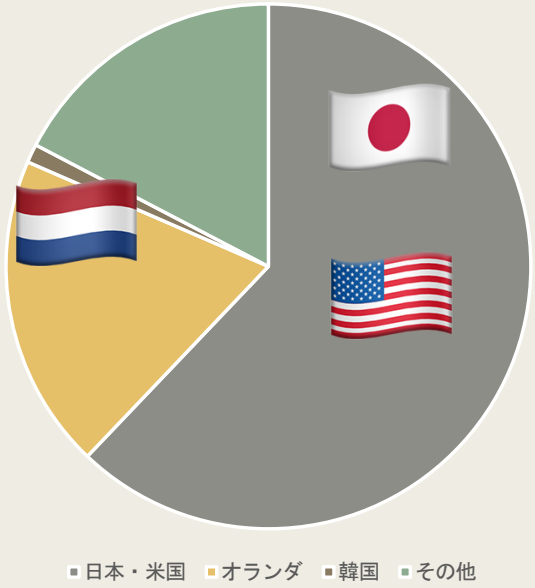
半導体製造において必要な材料や化学薬品・ガス等はおよそ40～50種類ほどあるが上記材料はとりわけ重要な工程で使う材料である。
市場占有率をみるとほとんどの材料は日本の企業が供給しているのである。

インフラストラクチャー産業
プロセス装置

2020 半導体製造装置メーカー
トップ15



2020 半導体製造装置メーカー
国別占有率



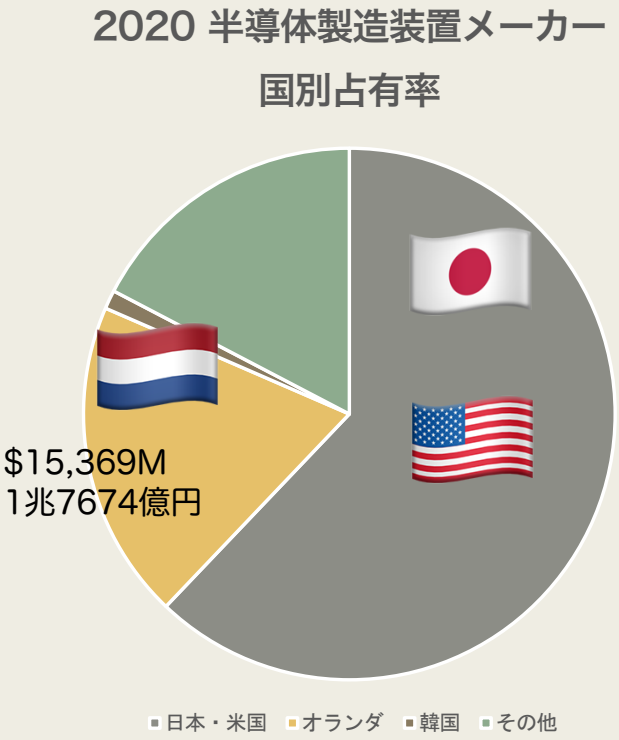
2020半導体製造装置メーカートップ15

No	国名	会社名	売上高 $M	占有率 %
1		アプライド	16,365	17.7
2		ASML	15,369	16.7
3		ラムリサーチ	11,929	12.9
4		東京エレクトロン	11,321	12.3
5		KLAテンコール	5,443	5.9
6		アドバンテスト	2,531	2.7
7		スクリーン	2,331	2.5
8		テラダイン	2,259	2.4
9		日立ハイテック	1,717	1.9
10		ASM Inter'l	1,516	1.6
11		国際電気	1,455	1.6
12		ニコン	1,085	1.2
13		SEMES	1,056	1.1
14		ASMパシフィック	1,027	1.1
15		ダイフク	940	1.0
		その他	16,034	17.4
		合計	92,405	100

露光装置部門の強化

オランダのASLM社の製造するEUVを光源とした半導体用露光装置の売り上げが１兆7674億円にも達している。現時点においてはこの装置がないと最先端半導体チップの製造ができない。1台150億円以上もする装置が世界中で引っ張りだこ状態なのである。
かつて露光プロセスにおいてはニコン・キャノンの独断場であったが完全にASML社に置いていかれた感がある。

しかし日本もNIL (Nano In-print Lithography)の開発を手掛けている。キャノン、大日本印刷、キオクシア (東芝)の3社連合による開発である。古くからある日本の金型技術を半導体パターン形成に応用した日本独自の技術である。レジスト膜に凹凸パターンを形成したマスクをスタンパーとしてパターン形成を行う方式で最大のメリットは消費電力がEUV露光プロセスの1/10に抑えられ低コストで高密度パターン形成が可能であることだ。
この技術には光学装置のキャノン、マスクの大日本印刷、プロセスのキオクシアの他にレジスト材、レジスト材塗布制御などの総合力が必要であるが露光装置部門の日本復帰を期待するものである。



オランダASLM社の露光装置

日米半導体同盟の提案

世界最先端製造技術を持つTSMC社（台湾）やサムスン電子（韓国）であっても半導体を製造するための基板、薬品、装置がなければ半導体を作ることは出来ない。韓国やチャイナも基板、薬品、装置を内製しているが所詮日本や米国製品のコピーでしかなく、表に出てこないノウハウやトレードシークレットまでのコピーはできないのである。

そして

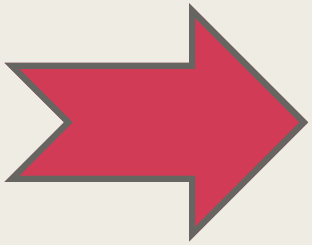
半導体を製造するための基板、薬品、装置のほとんどが日本と米国である。

そこで提案

日本と米国が半導体分野での同盟を結び半導体製造用基板、薬品、装置のチャイナへの販売規制をする日米半導体同盟を提案したい。

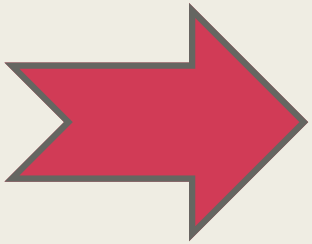
日米半導体同盟の提案

1945年大東亜戦争で日本は米国と太平洋で壮絶な戦いをした。
1960年日米安全保障条約を締結し今や日米同盟はゆるぎないものとなり日本と米国はかつてない信頼関係を結び世界の平和のために共に手を繋ぎあった。



日米同盟

1986年日本は米国から半導体協定を締結され日本市場の20%の半導体を強制輸入させられた。日米半導体戦争であった。
202X年チャイナの脅威により先端技術である半導体製造に関してチャイナへの装置・材料を日米で規制する必要がある。



日米半導体同盟

かつては日本と米国は互いに戦いあったが戦いが終わり日米は互いに相手国を信頼し合う国家となった。無法国家であるチャイナに対抗するため戦略物資である半導体分野においても同盟を締結することを提案する。

まとめ

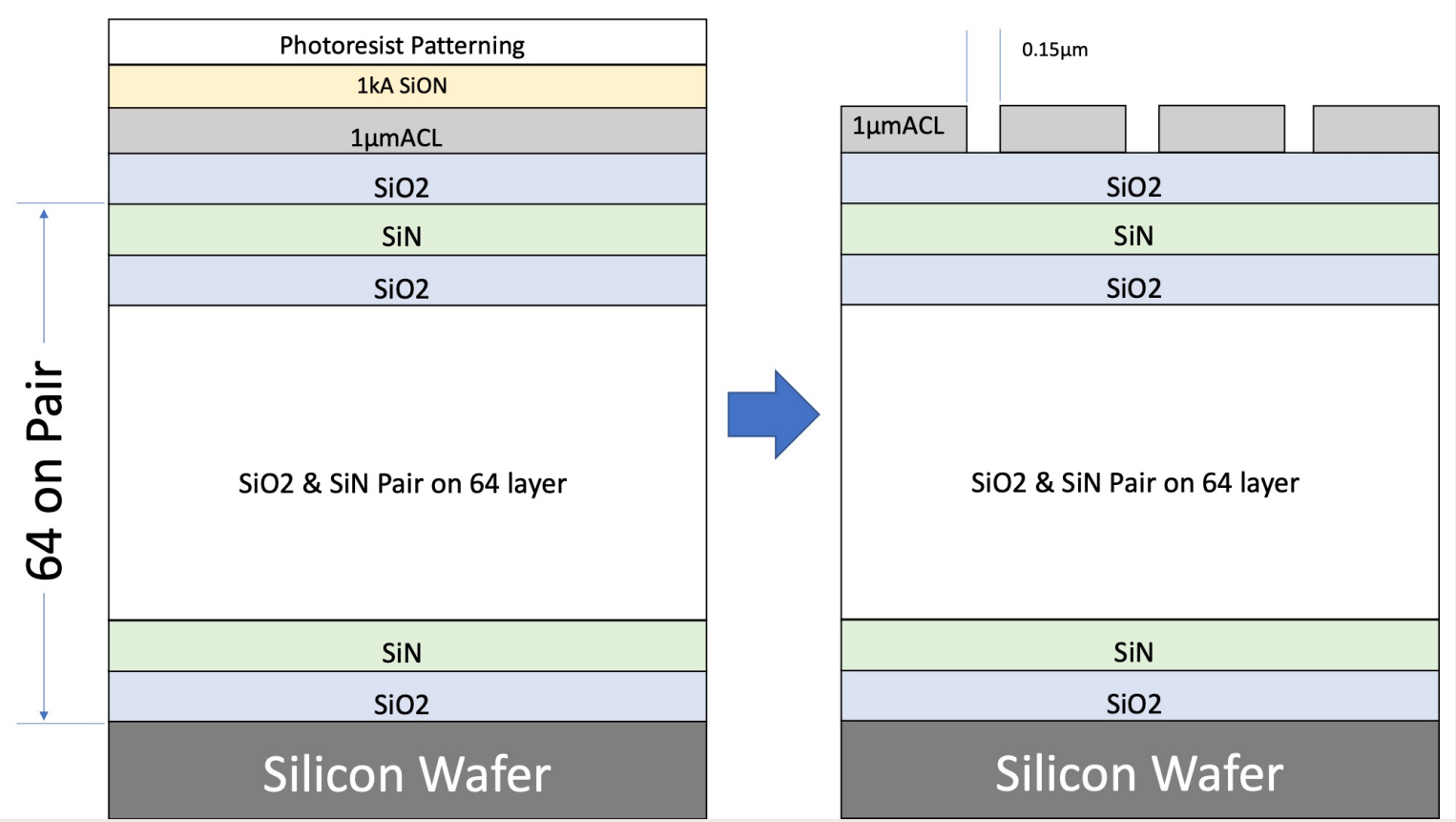
- 半導体産業はシリコンウェーハ製造、デバイス製造、組み立ておよび各種工程での製造装置と材料から成り立っている。
- 1980年代日本の半導体は世界を席巻したが以降は衰退していった。
- 半導体は戦略物資である。
- 衰退した日本の半導体だが製造に必要な基板、装置、材料は日米がほぼ握っている。
- 日米同盟と同様に日米半導体同盟を構築し戦略物資である半導体製造用の基板、装置、材料を日米で管理し、またこれらの技術の漏洩に日米で協力し合いチャイナの脅威に対応すべきと考える。

本日は

ありがとうございました

付録

東芝の発表した
3D NANDフラッシュメモリー



付録

半導体戦略推進議員連盟

米国はCHIP for America Act.法案により半導体産業へ5.1兆円の補助金を可決した。
日本においても半導体産業の再興のため半導体工場の新増設を国家事業として進めるための「半導体戦略推進議員連盟」を発足し5兆円を超える規模の予算の可決を求める。

40年前、かつての日の丸半導体復活を願う。

懸念材料

- TSMCがつくばに開発センターを開設する予定。
- 日本がTSMCの誘致に資金協力する。
- 情報によると米空軍がF35戦闘機用に開発した半導体チップをTSMCが製造したが、その技術情報をチャイナに流しJ20戦闘機に使用された。
- TSMC開発センターには信越化学、JSR、東京エレクトロン、スクリーン等半導体製造装置メーカーや化学薬品メーカーが参加するという情報がある。
- 上記情報の信頼性がある場合、TSMCからチャイナへ半導体装置技術や薬品技術の漏洩を懸念する。

たしかにTSMCは世界最先端半導体製造技術を持った企業であるが、外国企業を誘致するのではなく日本独自の最先端半導体工場の新設をすることを優先すべきではないか。