

# 半導体の製造工程について

## 前工程と後工程を概観

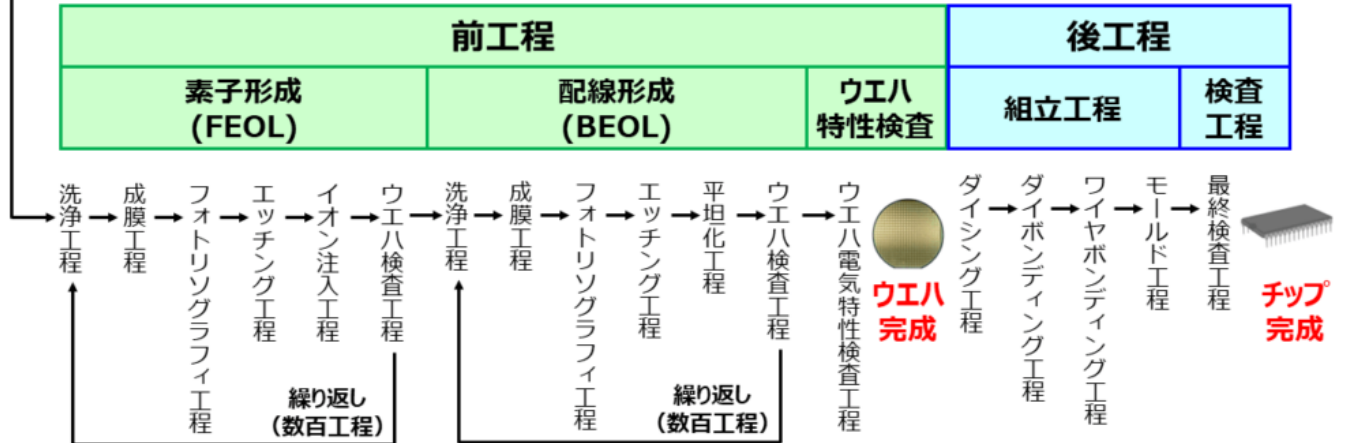


### 半導体製造のメイン工程

- ・半導体工場（CR）で製造される
- ・歩留りが大切な指標
- ・微細化の技術開発が日々続いている

### 半導体製造の裏方的存在

- ・近年重要度が増している
- ・海外生産が多い



工程	成膜	微細加工				洗浄	検査
		レジスト塗布	露光	現像	ドライエッチング		
プロセス	薄膜 ウエハ	レジスト 薄膜	露光装置	コータ・ デベロッパ	ドライ エッチング装置	洗浄装置	検査装置
装置	成膜装置	コータ・ デベロッパ	露光装置	コータ・ デベロッパ	ドライ エッチング装置	洗浄装置	検査装置
世界シェア	米国	66~86%			65%		73~88%
	欧州	3~13%		95%			10~11%
	日本	5~6%	91%	5%	91%	61~92%	44~68%

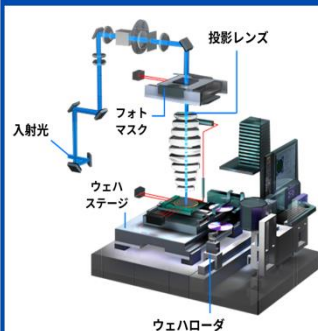
「10・7」規制の最大のインパクト

同じ装置

輸出規制

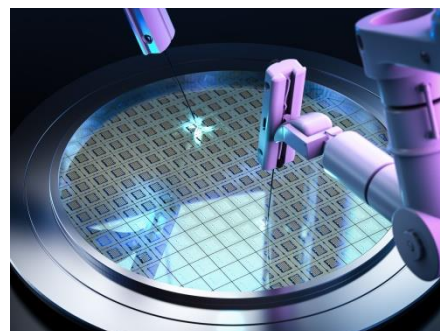
(C) 2023 Takashi Yurogari

### 露光装置

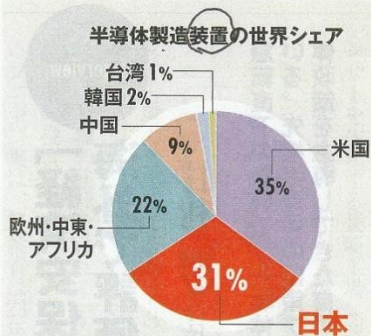
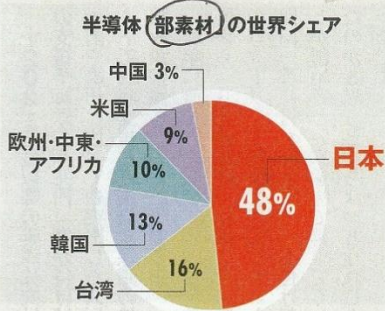


紫外線レーザーでウエハに微細な回路を焼き付ける装置

- ①紫外線レーザーを発生
- ②マスクを通った光をレンズで縮小しウエハに照射
- ③ウエハステージを動かしながら回路を焼き付ける



**日本が「材料の半分」と「装置の1/3」を握る!**

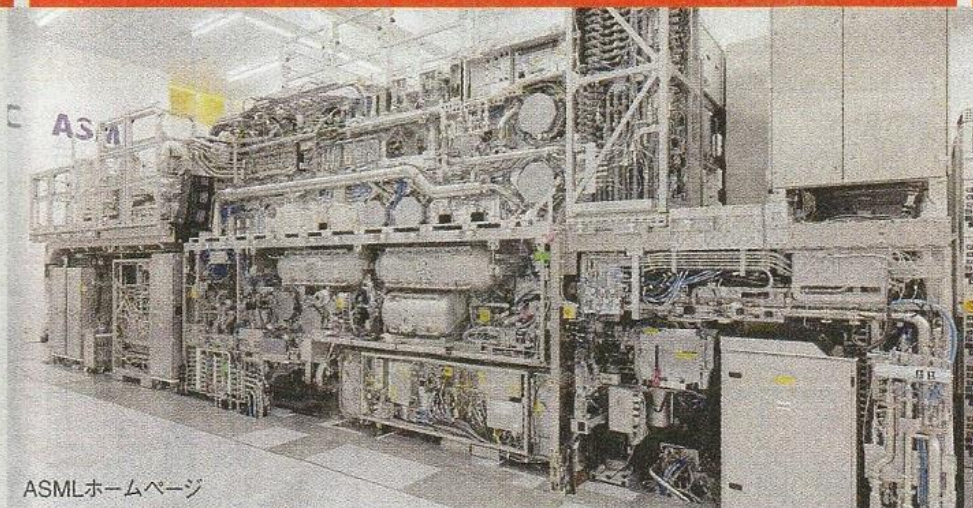


**米** 中対立の激化が引き金となり、主要国・地域は「戦略物資」である半導体の安定調達を確保するため、半導体サプライチェーンの強靱化を急いでいる。対中国包囲網を築く狙いがあるのだ。サプライチェーンの中でも設計に強い米国と、量産に強い台湾が、日本を国際協業のパートナーとして選んだ背景には、日本から材料・装置を調達し

たいこの思惑がありそうだ。半導体の製造工程（マスク製造工程、ウエハー製造工程、前工程、後工程）には15のステップがある。各ステップで活躍している材料・装置メーカーを列挙したところ、半導体業界の「黒子」の勢力図が一目瞭然になった（左ページ図参照）。五つのポイントがある。まず、①日本の材料メーカーの競争力は比類ない。シリコンウエ

**半導体敗戦でも米台が日本と組む理由**  
**日本の材料と装置に優位性**  
 世界一を誇った「日本の半導体」が凋落したといわれて久しい。でもそれは最終製品である半導体チップのこと。チップを製造するための材料や装置では、日本企業の存在感は大きい。

**世界の半導体戦争を左右する「秘密兵器」**



ASMLホームページ

オランダASML製のEUV（極端紫外線）露光装置の価格は1台200億～400億円。年間約60台しか製造できず、米インテルも台湾TSMCも最優先で調達する装置だ。いまや世界の半導体戦争を左右する秘密兵器といっても過言ではない

日本が誇る「材料と装置」の五大ポイント

半導体の製造工程とそこで強みを発揮する材料・装置メーカー

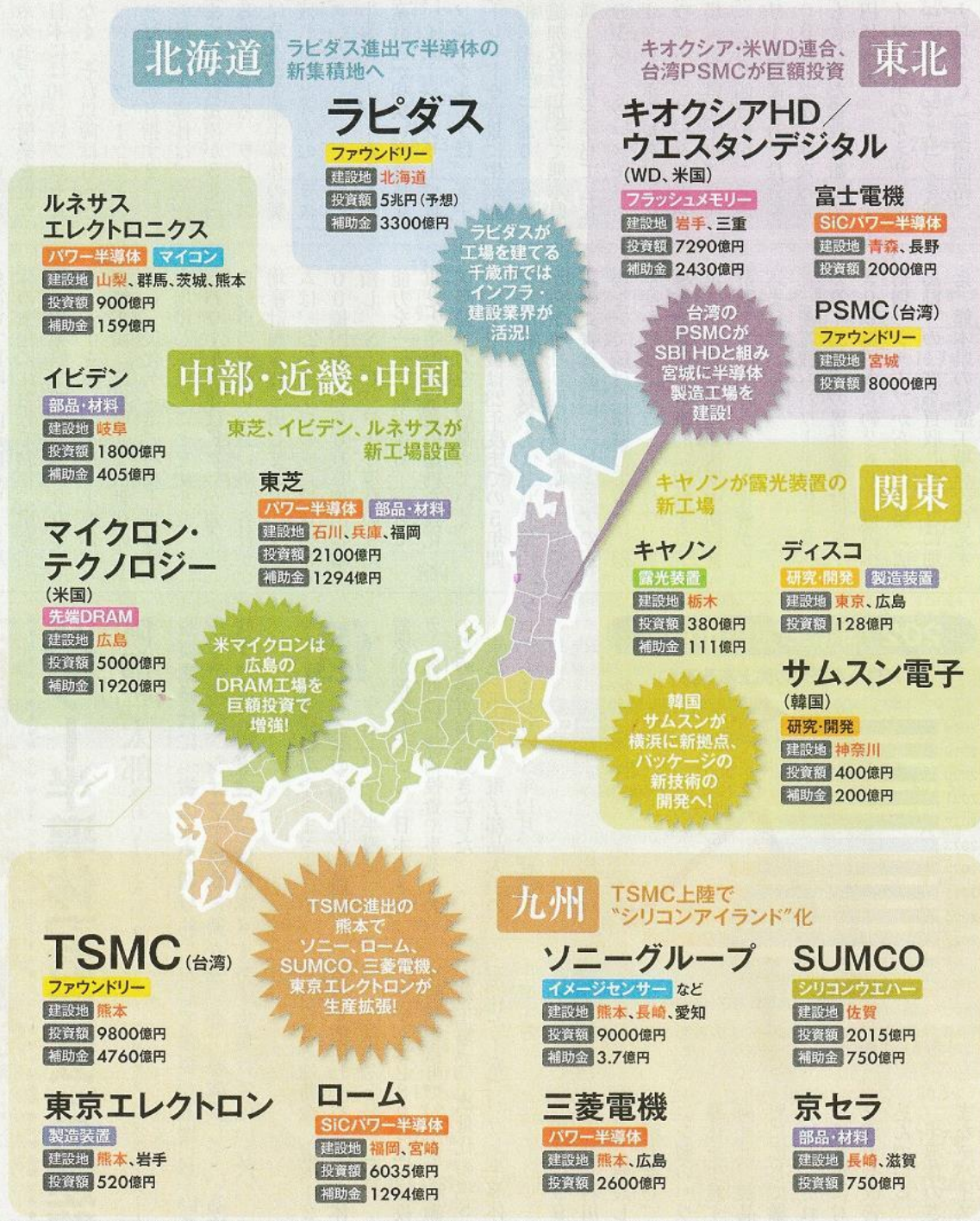
		材料メーカー	装置メーカー
A マスク製造工程	01 回路・パターン設計 半導体チップの上にどのような回路を配置するのが設計し、効果的なパターンを検討する	①日本の材料メーカーが強い! 欠陥検査装置に強み	②日本の装置メーカーが強い! 電子ビームマスク描画装置の世界シェア90%以上
	02 フォトマスク作成 回路パターンを転写するためのネガを製造する	●TOPPAN HD ●大日本印刷 ●HOYA ●米フォトロニクス	●ニューフレアテクノロジー ●レーザーテック ●日本電子
B ウエハー製造工程	03 シリコンインゴット切断 シリコンの単結晶を薄くスライスしてウエハーを作る	●信越化学工業 ●SUMCO シリコンウエハーで世界シェア1位	
	04 ウエハーの研磨 ウエハー表面の凹凸を研磨剤で磨く	●フジミインコーポレーテッド	
C 前工程 ウエハーの上に半導体チップを作成	05 ウエハー表面の酸化 ウエハーを高温の酸素に晒し、表面を酸化させる		
	06 成膜形成 ウエハーの表面にさまざまな材料の薄膜を付ける	③東京エレクトロンが強い! 特に、レジストを塗布する「コーター」、露光したレジストを現像する「デベロッパ」では世界シェア9割を握る	○米アプライド マテリアルズ ○米ラムリサーチ ○蘭ASML ●東京エレクトロン ●KOKUSAI ELECTRIC
	07 フォトレジストの塗布 フォトレジストといわれる感光剤をウエハー表面に均一に塗る	●JSR ●東京応化工業 ●信越化学工業 ●住友化学 ●富士フイルム 最先端のEUV(極端紫外線)用レジストとエッチングや洗浄工程で使うフッ化水素は対韓輸出規制の「特定3品目」として話題を呼んだ	●東京エレクトロン ●SCREEN HD
	08 露光 ウエハー表面にフォトマスク、縮小レンズを通して光を照射し、回路パターンを焼き付ける	④オランダASMLが強い! 最先端のEUVを用いた露光装置で世界シェア100%を握る唯一無二の企業	○蘭ASML ●キヤノン ●ニコン
	09 エッチング フォトレジストで形成されたパターンに沿って酸化膜・薄膜を削り取る	●ステラ ケミファ ●森田化学工業 ●レゾナック・HD ●日本酸素HD	○米ラムリサーチ ○米アプライド マテリアルズ ●東京エレクトロン ●日立ハイテック
	10 レジスト剥離・洗浄 残っているフォトレジストを剥離する		○韓SEMES ○米ラムリサーチ ●SCREEN HD ●東京エレクトロン
	11 平坦化 ウエハー表面を研磨し、凹凸を平坦化する	●日本酸素HD	●荏原
D 後工程 ウエハーからチップを切り分けて製品化	12 ウエハー検査 ウエハーに形成されたチップの一つ一つに針を接触させ、電気を通してチェックする		○米KLA ○蘭ASML ●日立ハイテック
	13 ダイシング ウエハーをダイヤモンドブレードで切断し、チップごとに切り分ける		●ディスコ ●東京精密
	14 パッケージング 切り出したチップを基板と接続し、樹脂で封止する	●イビデン ●新光電気工業 ●レゾナック・HD	○シンガポール・キューリック・アンド・ソファ ●TOWA
	15 検査 製品となったチップを多角的にチェック		○米テラダイン ●アドバンテスト

⑤後工程のパッケージング(実装)プロセスで「チップレット技術」が強い!  
複数の半導体チップを並べたり重ね合わせたりする「チップレット技術」に注目

\*HDはホールディングスの略

# 10兆円超の投資ラッシュで“シリコン列島”化!

主な半導体関連メーカーの投資計画



\*データは2月6日時点。企業の地方分類は、各社の投資額が最大になると予想される建設地を優先した。投資額は各建設地の合計。HDはホールディングスの略。「電子デバイス産業新聞」の資料を基に、ダイヤモンド編集部作成

# 日本の半導体製造装置 23 品目輸出規制

湯之上隆のナノフォーカス



(C) 2023 Takashi Yunogami