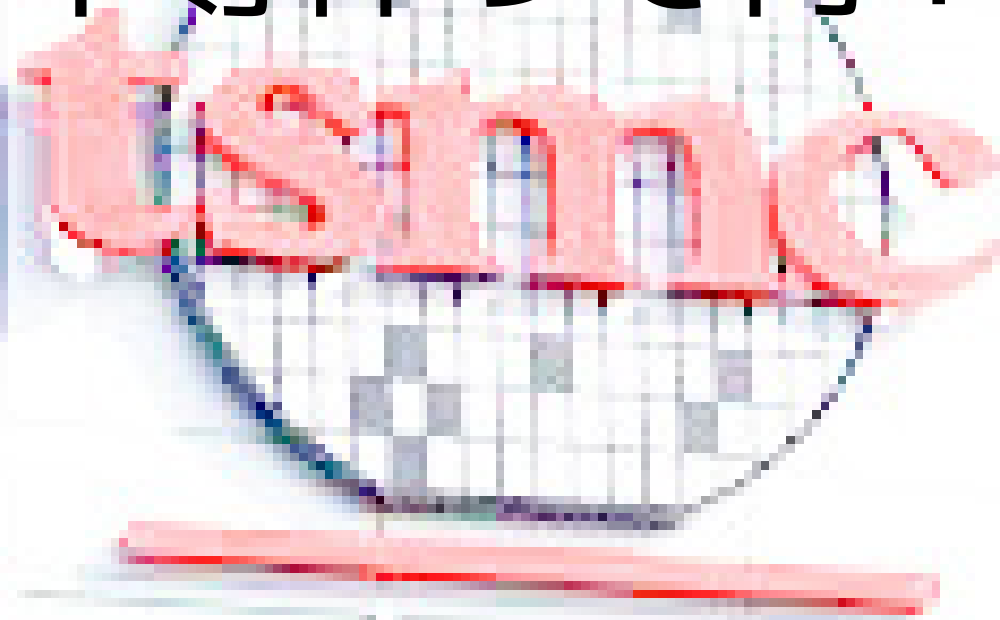


半導体って何？



小瀬 裕功

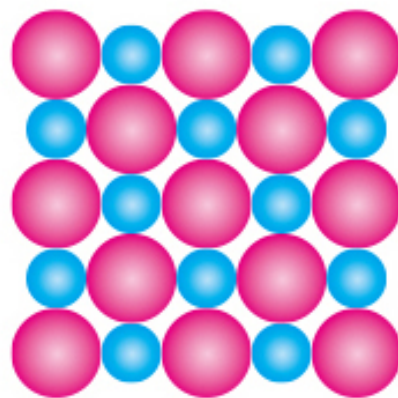
物質を電気を通す性質（導電性）で見ると



半導体

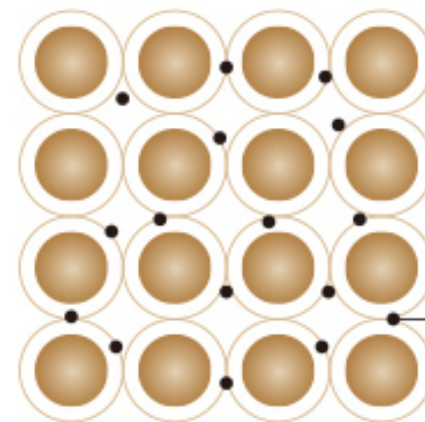
- ◎ 電気を全く通さない**絶縁体**と電気をものすごく良く通す**導体**との中間の物質
- ◎ 電気の通し易さ（抵抗値）は状況によって変わる $1\mu\Omega \sim 100M\Omega$

絶縁体と金属



絶縁体

原子同士が強く結びつき
自由電子は存在しない



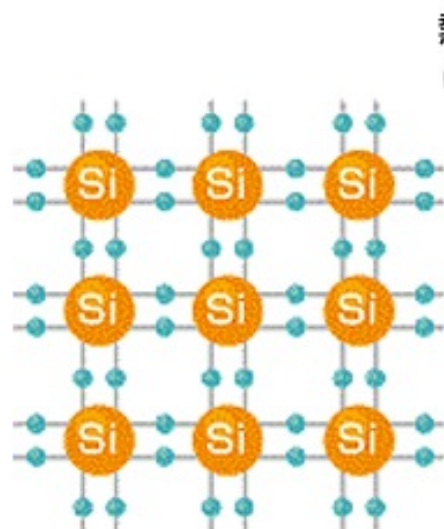
自由電子

金属 (導電体)

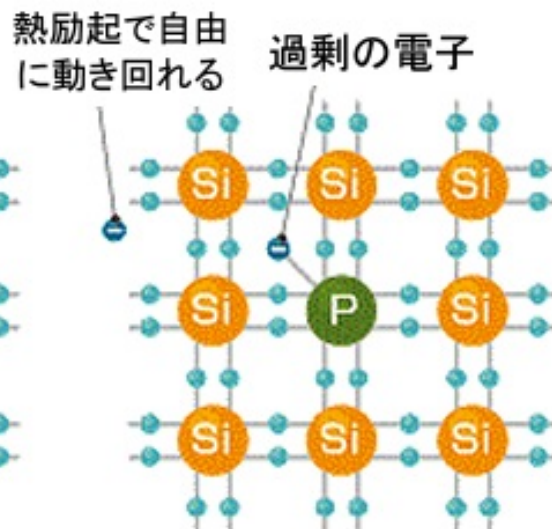
原子間にある自由電子が
自由に動き回れる

半導体

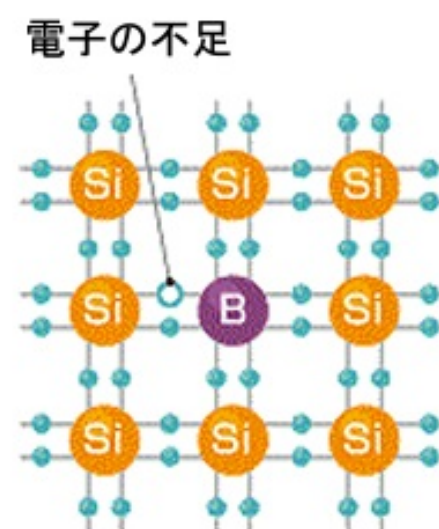
半導体に電気が流れるのは**不純物**のせい



何も加えない状態のシリコン
(真性半導体)



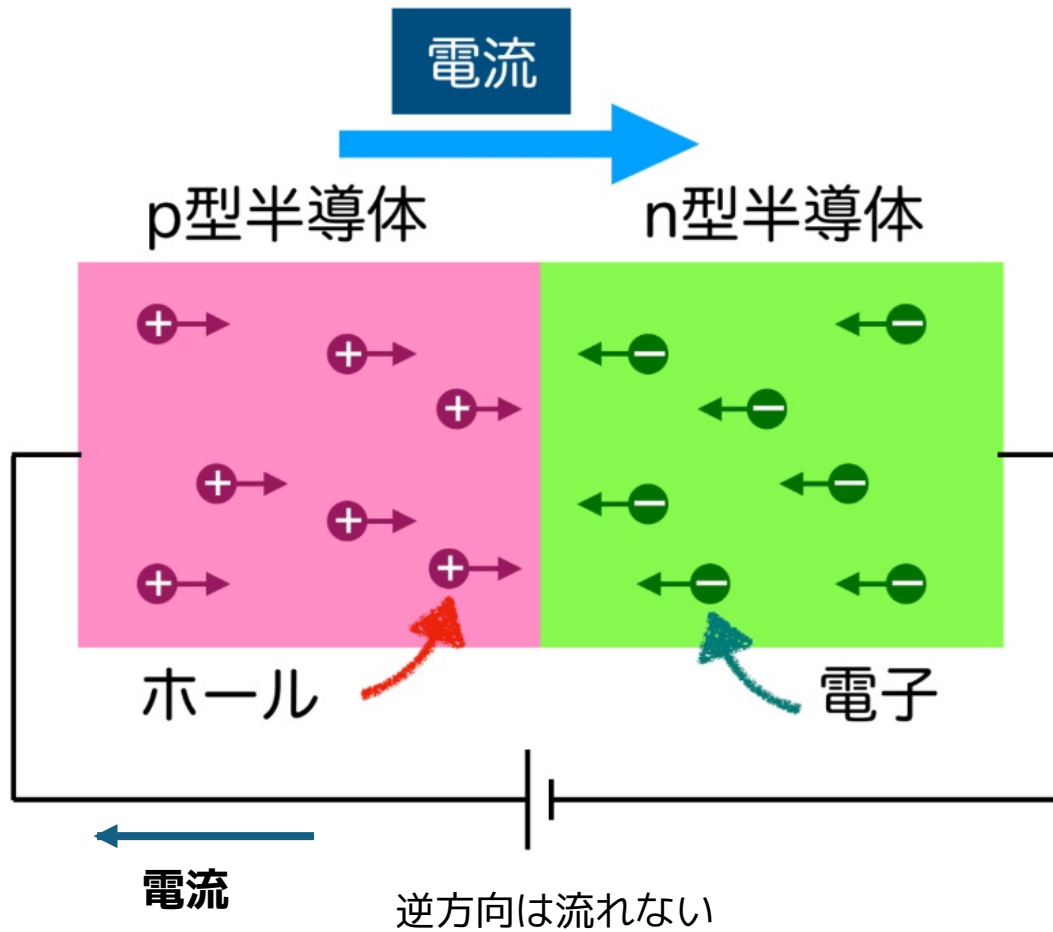
n型半導体
(リン(P)を加えた場合)



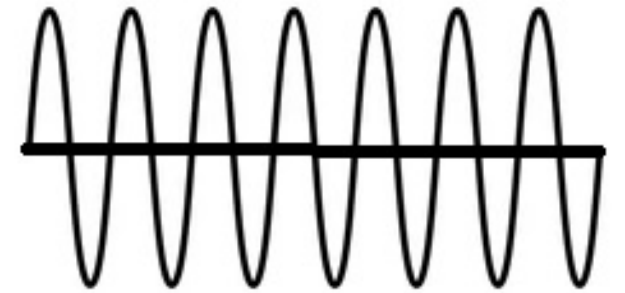
p型半導体
(ホウ素(B)を加えた場合)

P型とN型半導体を合わせる（ダイオード）

交流を直流に変換できる



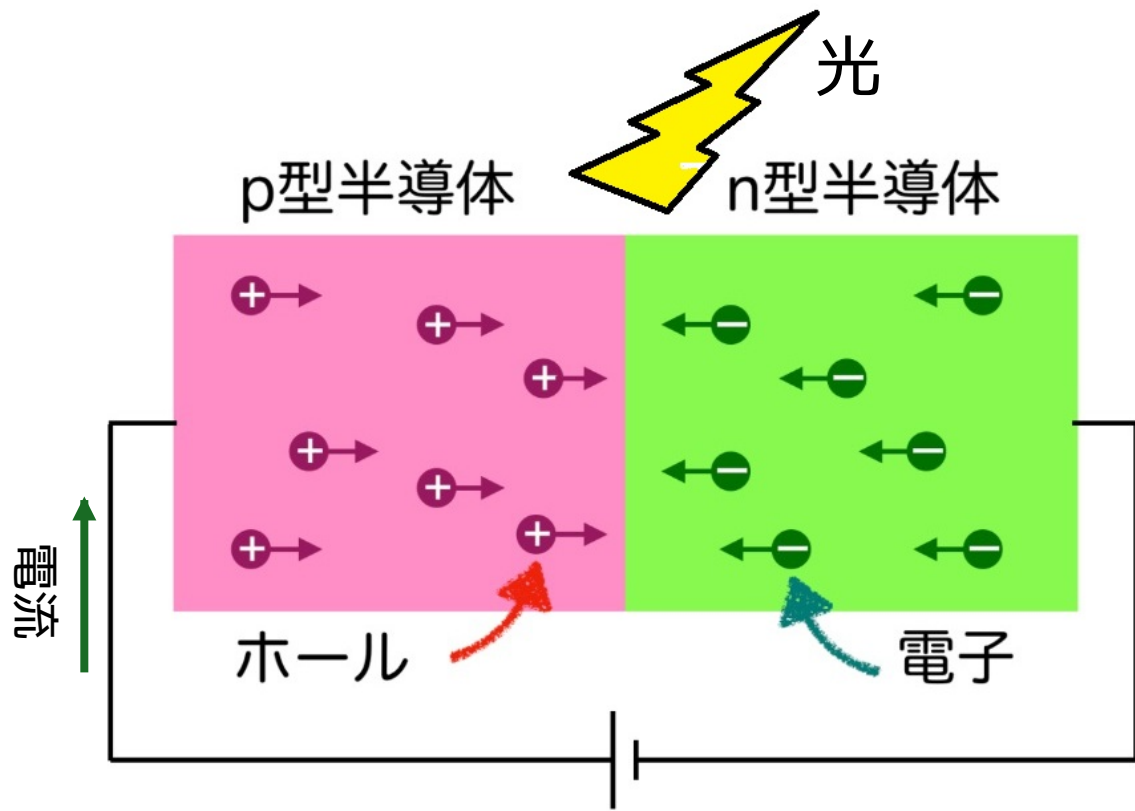
交流



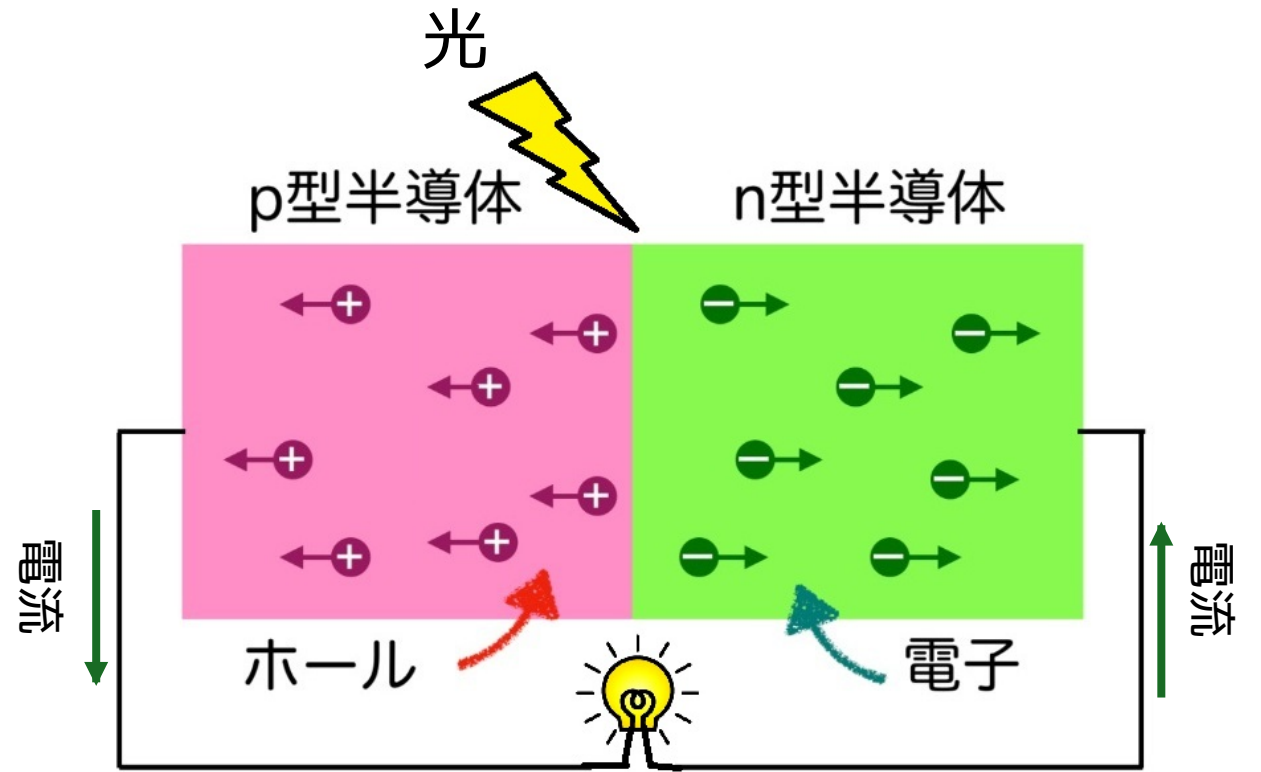
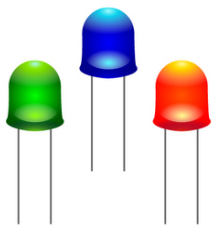
(半波) 整流



ダイオードのその他の動作 (光エネルギーの変換)



発光ダイオード・半導体レーザー

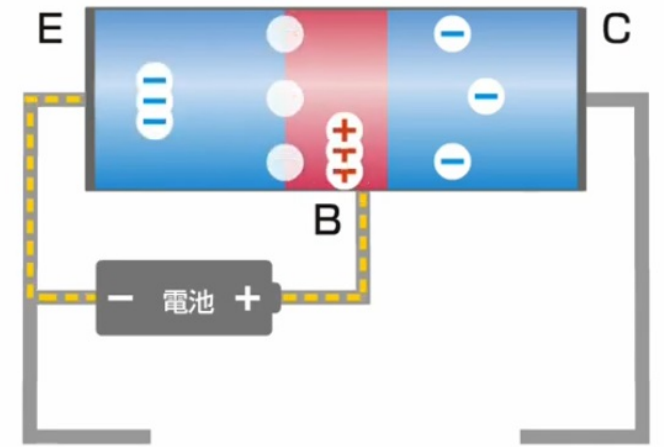
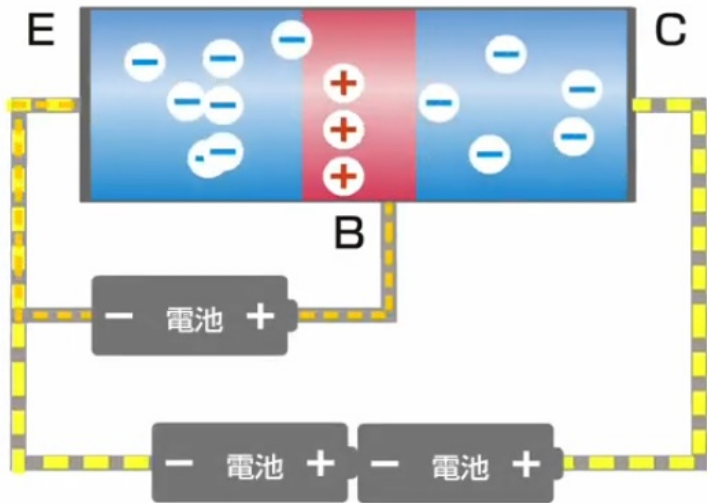
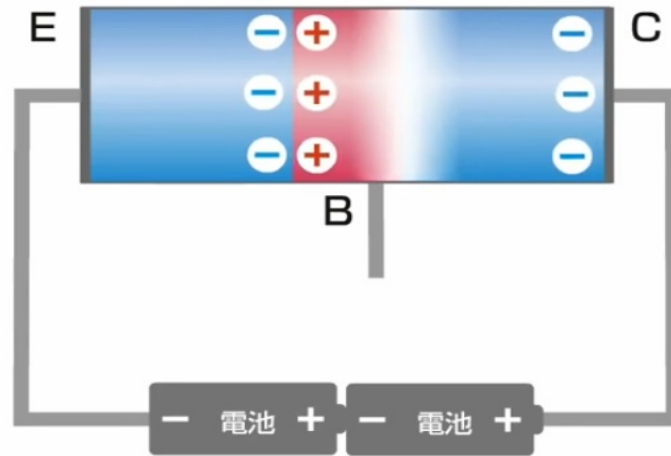
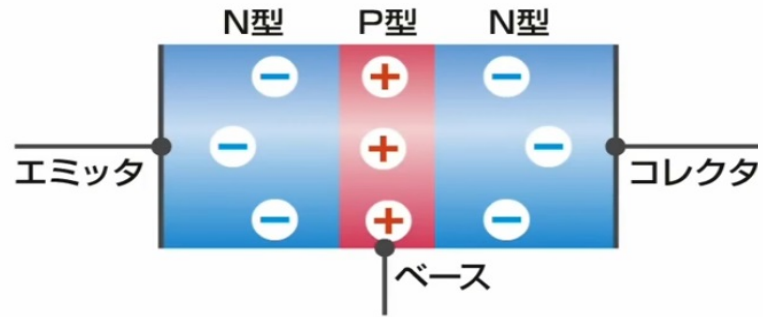


フォトダイオード・イメージセンサー

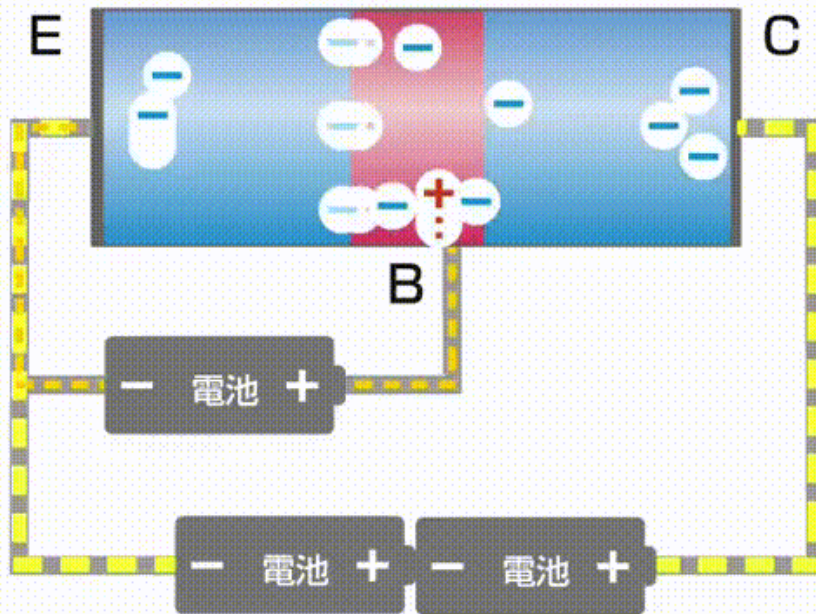


NPN型半導体のサンドイッチ構造（トランジスタ）

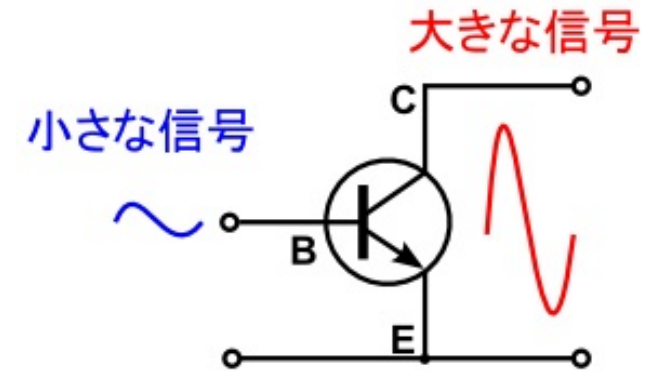
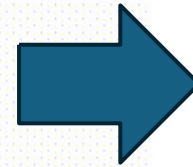
電流をコントロール スイッチ・増幅



トランジスタのはたらき（ジャンクション型トランジスタ）



エミッタとコレクタの間とエミッタとベースの間の
両方に電圧をかけると…



Trans(変化) + Resistor (抵抗)



Transistor

半導体関連の主なノーベル賞

1956年 トランジスタの発明 J.バイディーン W.ブラッテン W.ショックレイ

【半導体（Ge）を増幅素子として機能させる基礎を開発】

2000年 集積回路の発明 J.キルビー

【1つの基板上に複数の素子による回路を構成する技術】

2014年 青色LEDの発明 赤崎 勇 天野 浩 中村 修二

【エネルギーの大きい青色の発光ダイオード（Light Emitting Diode）を開発、これにより白色光が可能に。 赤色、緑色は既に開発されていた】

電子部品としての半導体の種類

WSTS（世界半導体市場統計）による

IC（集積回路）

マイクロ

：マイコン、プロセッサ

ロジック

：ASIC、FPGA

アナログ

：AD/DA変換、イメージセンサー

メモリ

：DRAM,フラッシュメモリ

非IC（集積回路以外）

オプト

：LED、レーザー

センサ

：圧力センサ、磁気センサ

ディスプレイ

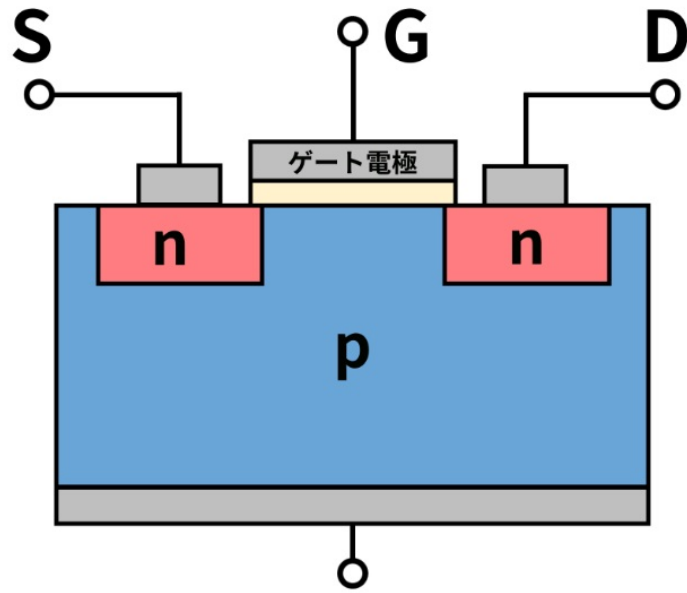
：パワートランジスタ

電界効果型トランジスタ (MOSFET)

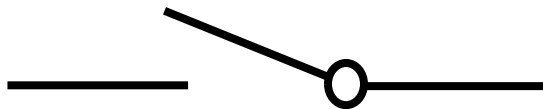
◎スイッチングが得意

◎大集積に向いている

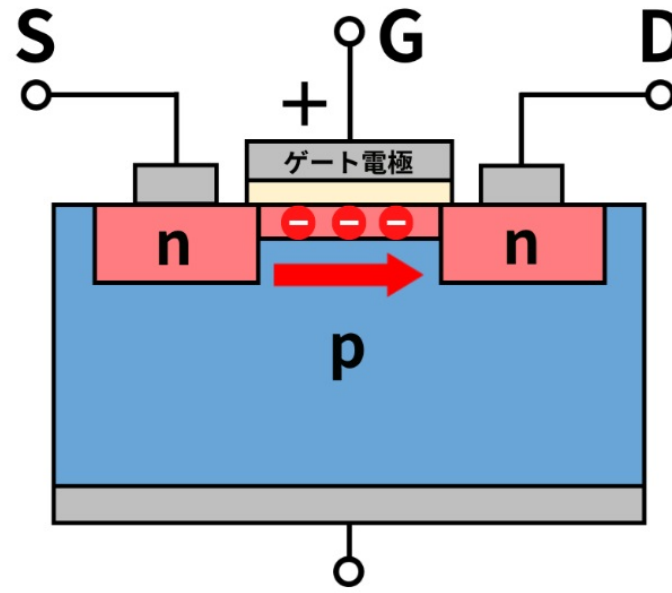
ゲート電圧を印加しない場合



S-D間はnpn構造
⇒S-D間に電流は流れない



ゲート電圧を印加した場合

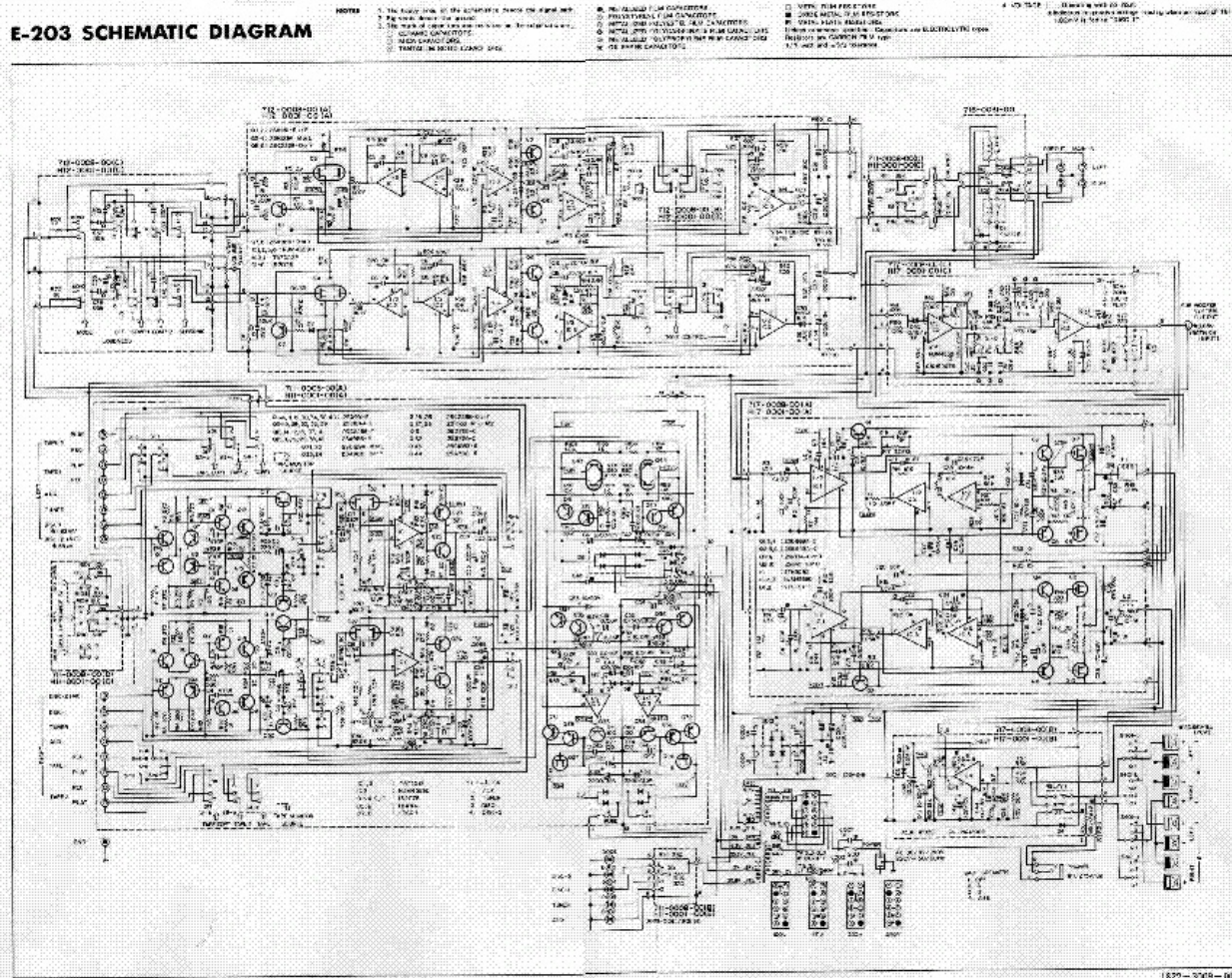


S-D間にnチャネル形成
⇒S-D間に電流が流れる

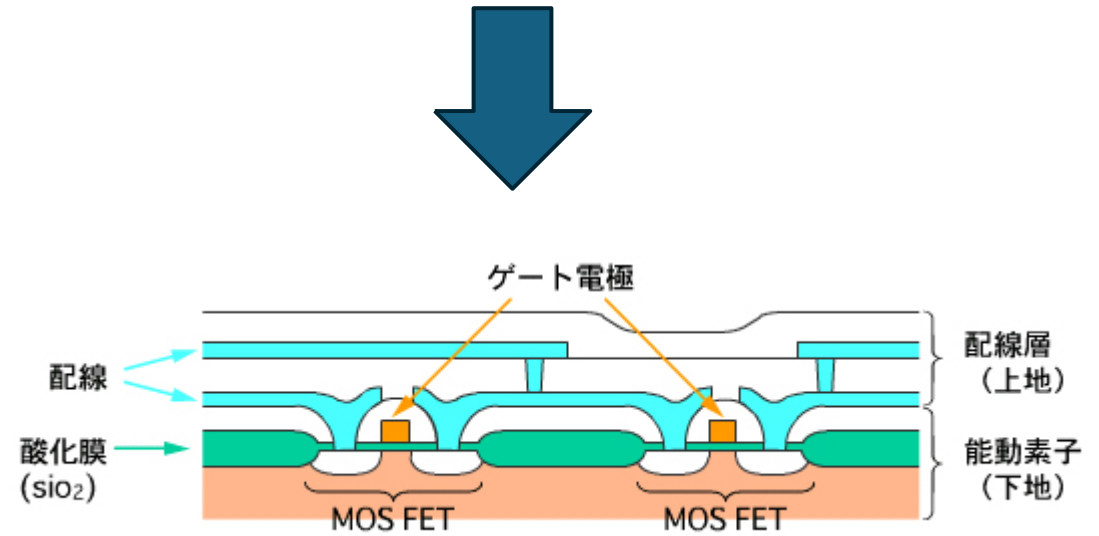


"0" "1"のデジタル
論理回路が作れる

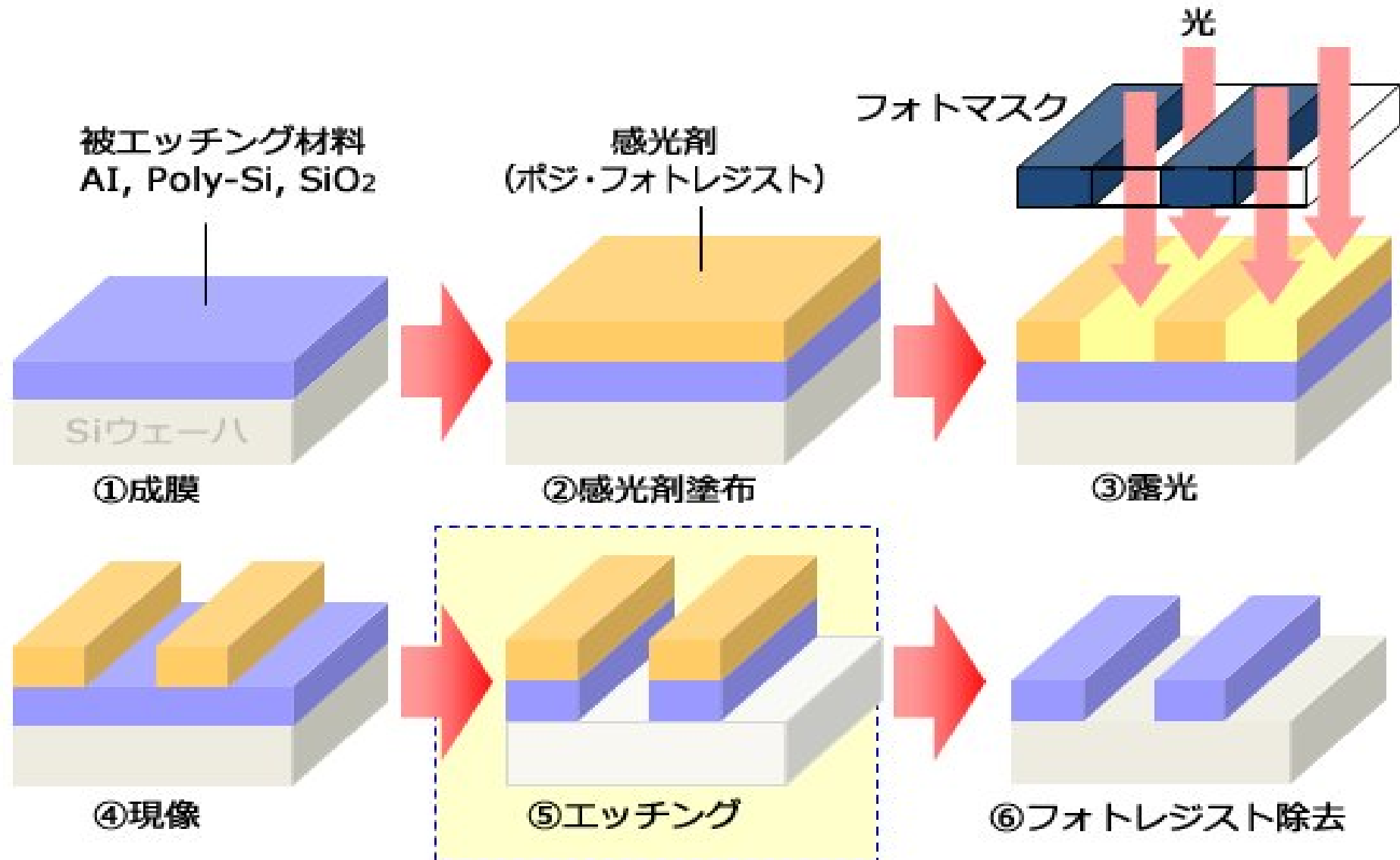
LSI（大規模集積回路）とは



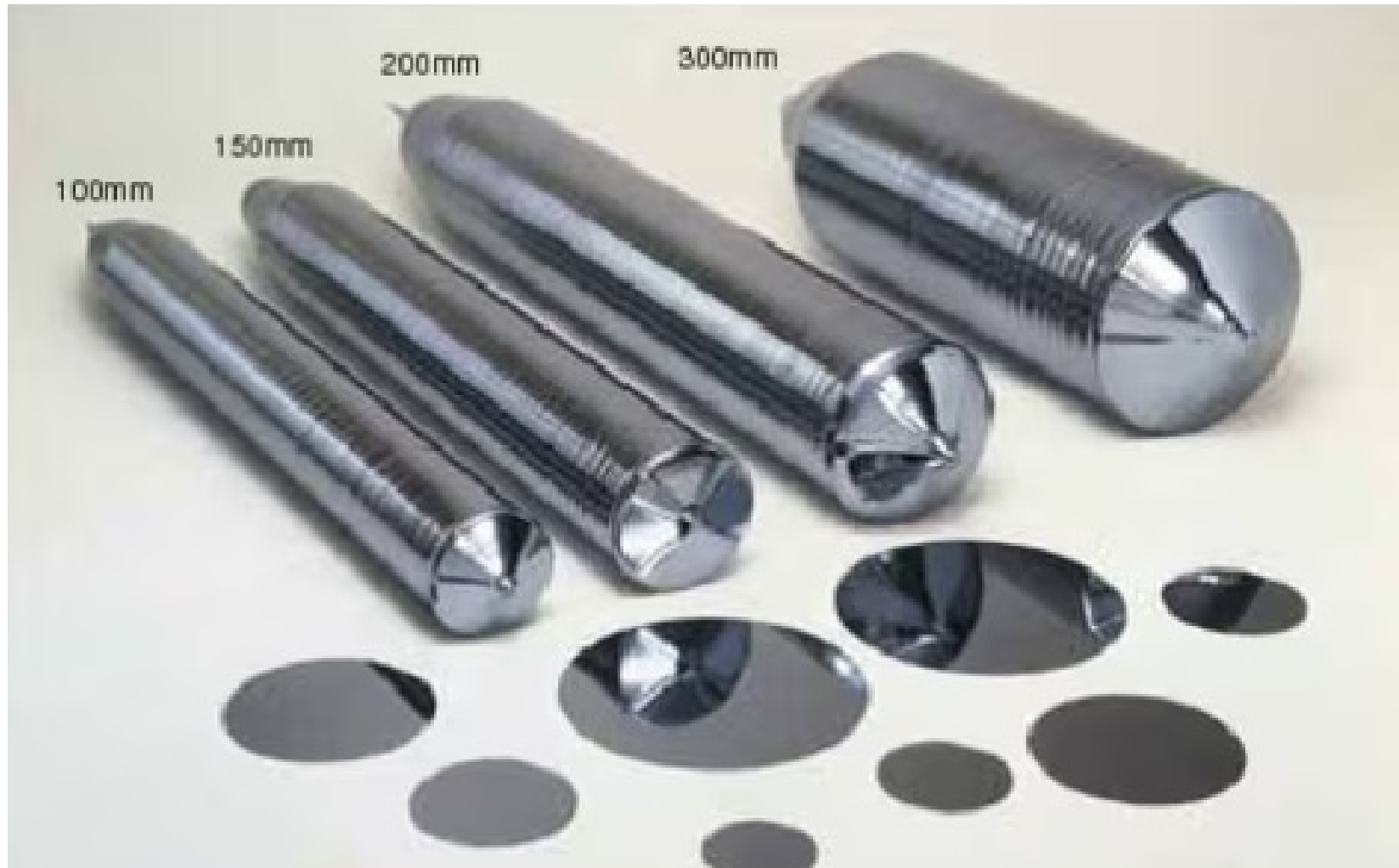
論理回路をシリコンウエハー上に実現



シリコンウエハー上の精密加工方法



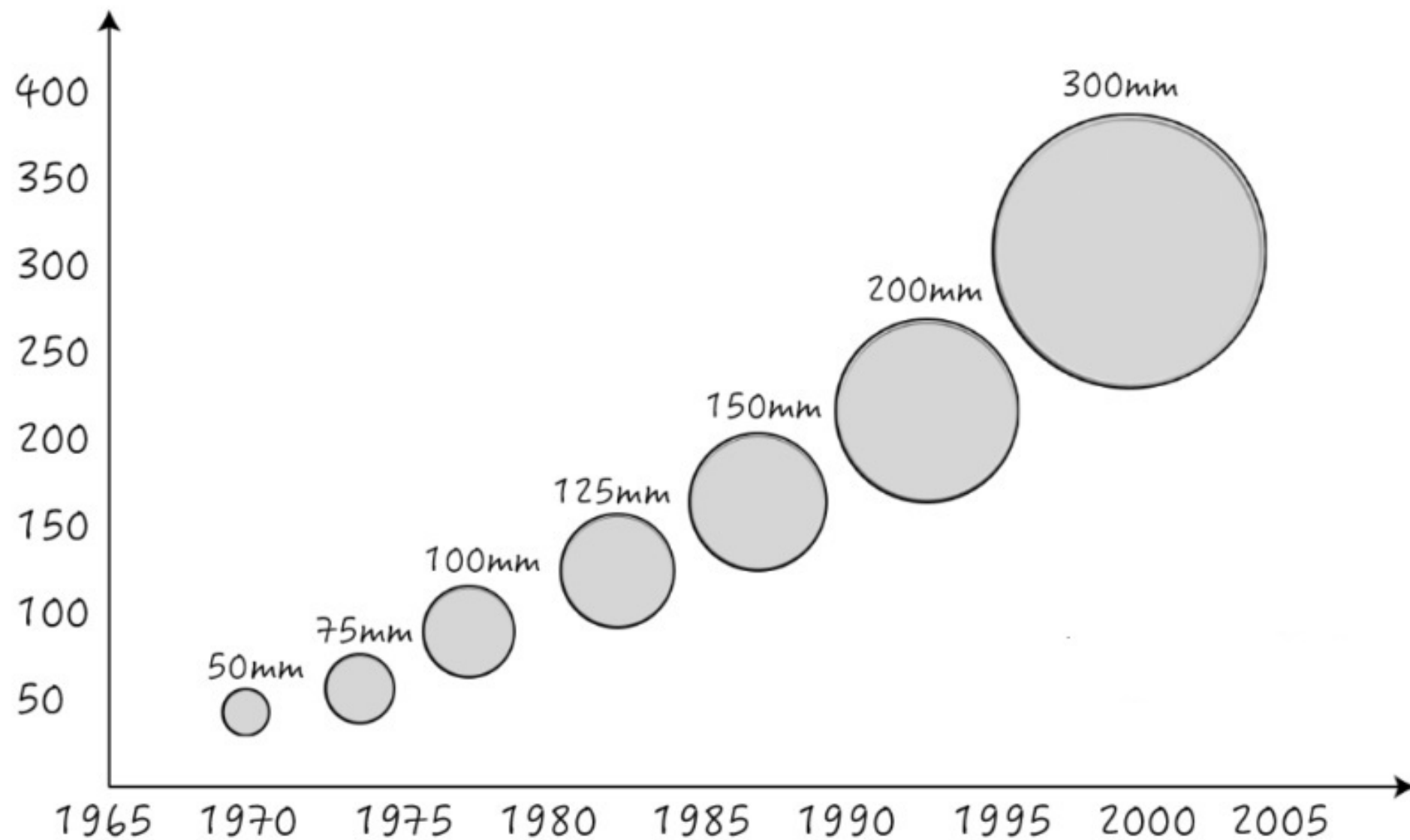
半導体の材料シリコンウエハー



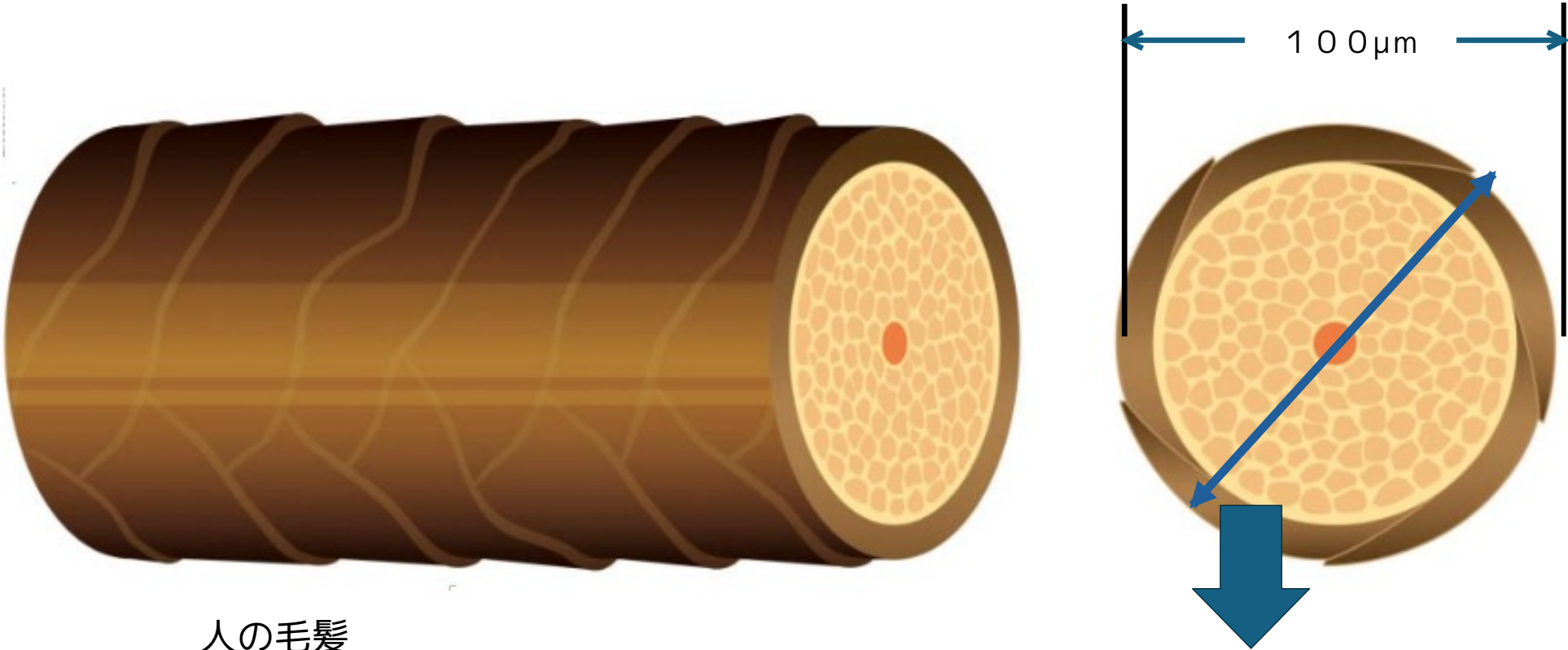
◆高純度 (イレブンナイン)
99.999999999%

◆単結晶
(原子が同じ方向に向いている)

シリコンウェハー径推移



集積回路トランジスタの大きさ（髪の毛の断面にトランジスタが何個並ぶか？）

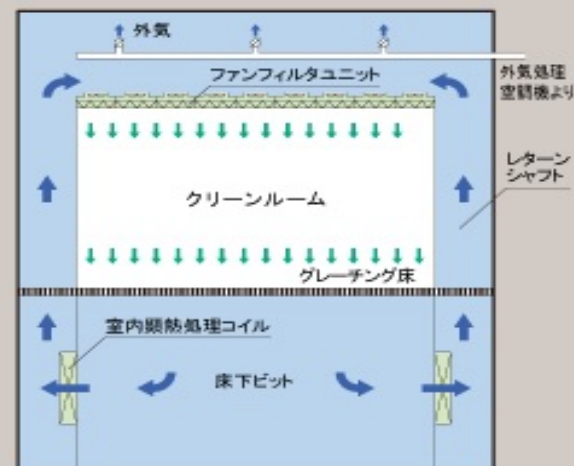


人の毛髪

1975年当時	100～150個
現在	1000～10000個

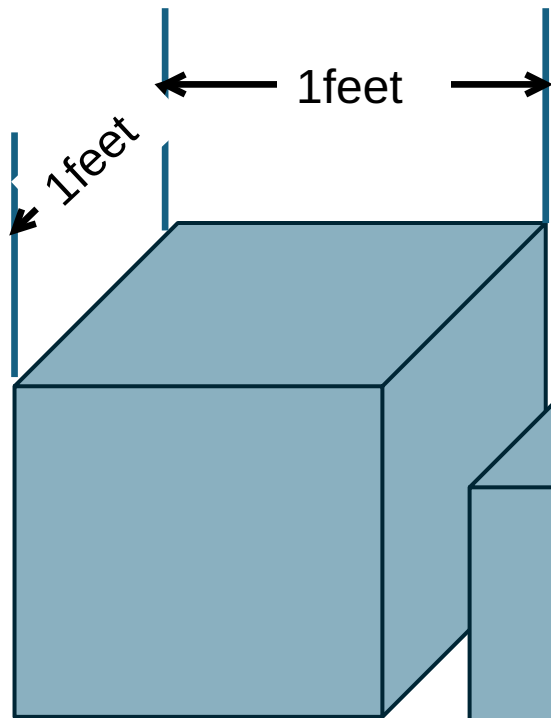
半導体拡散室のクリーンルーム

全面一方向流方式



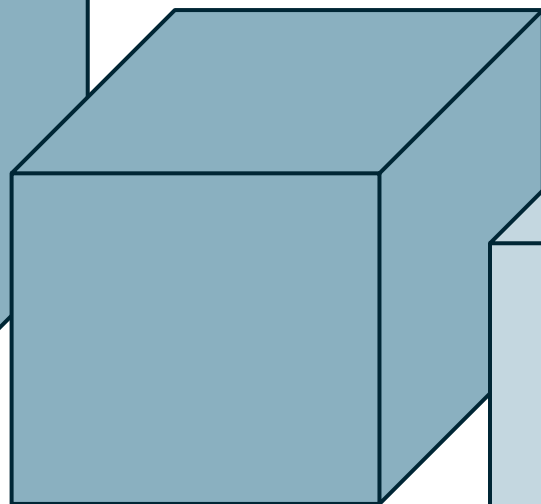
半導体工場拡散室のダストレベル

(1立方フィート中に0.5ミクロン以上のダストが何個在るか)

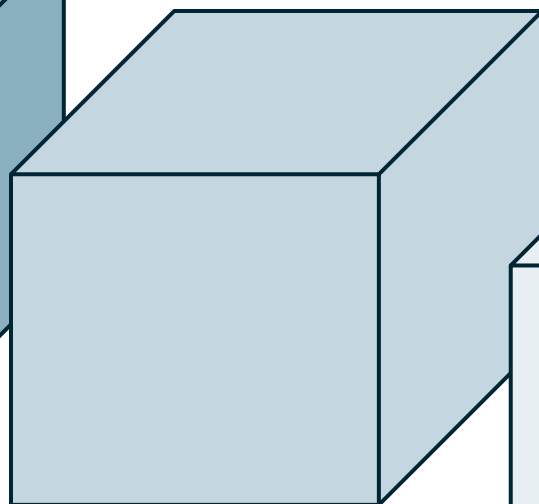


クラス10万

一般の外気

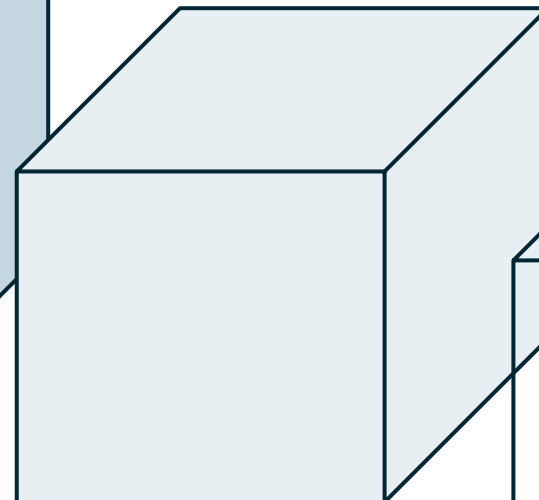


クラス1万

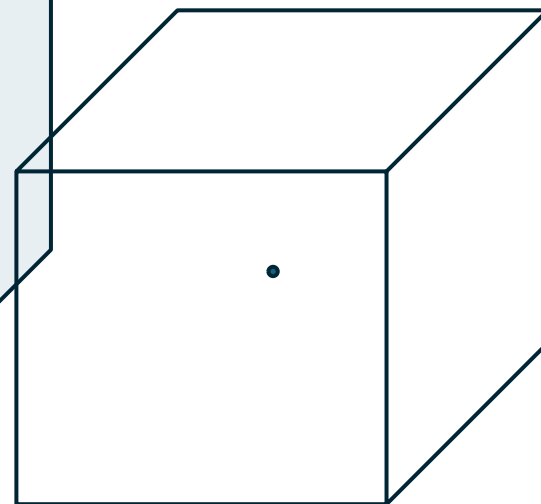


クラス1000

富士さん山頂

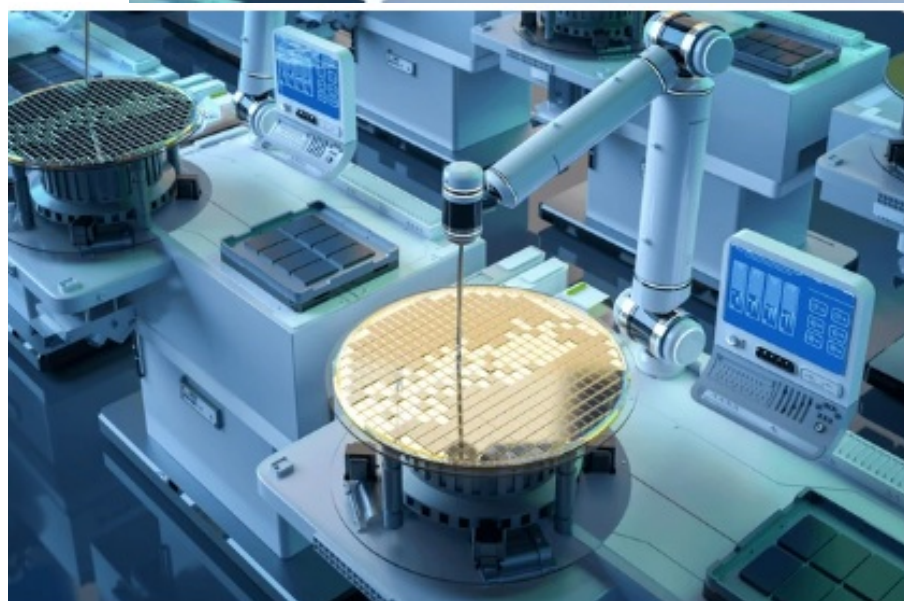
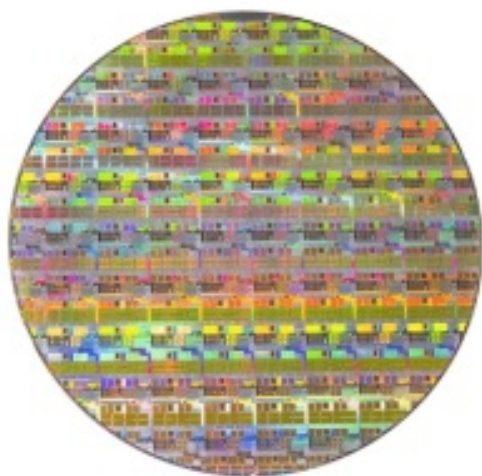


クラス100



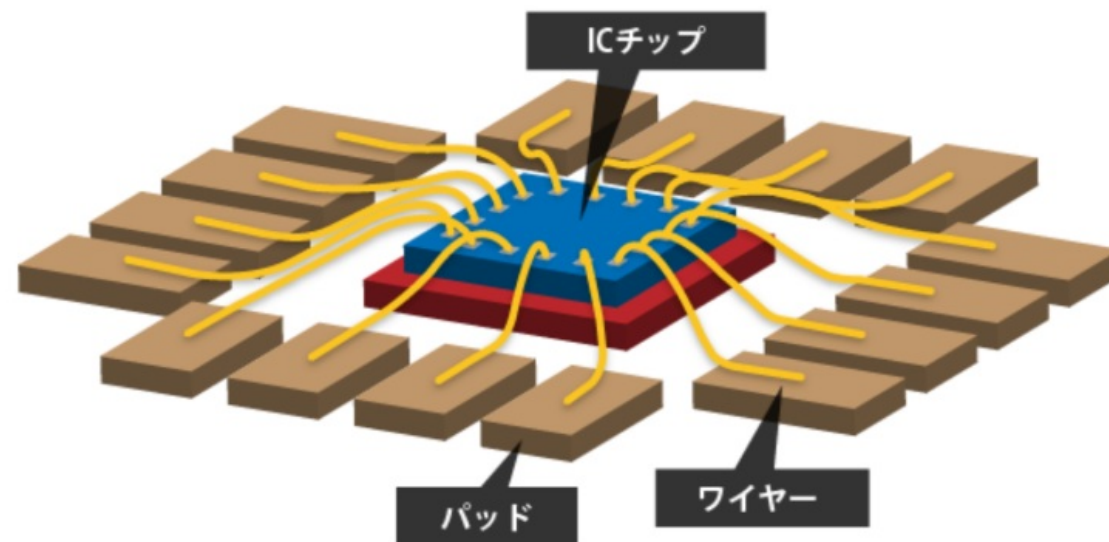
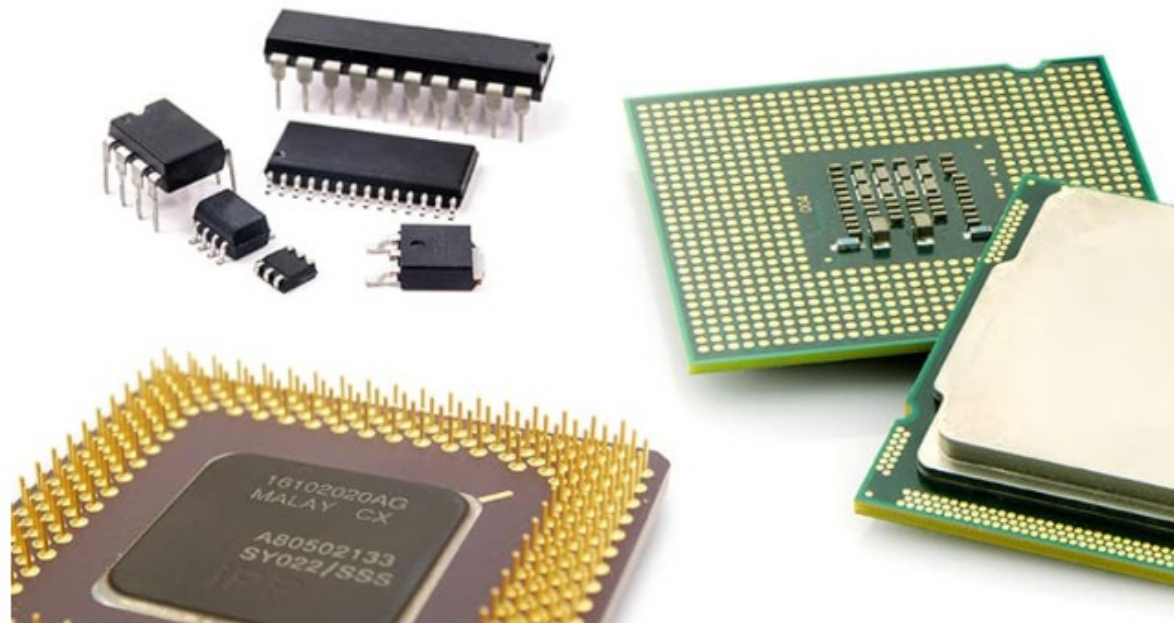
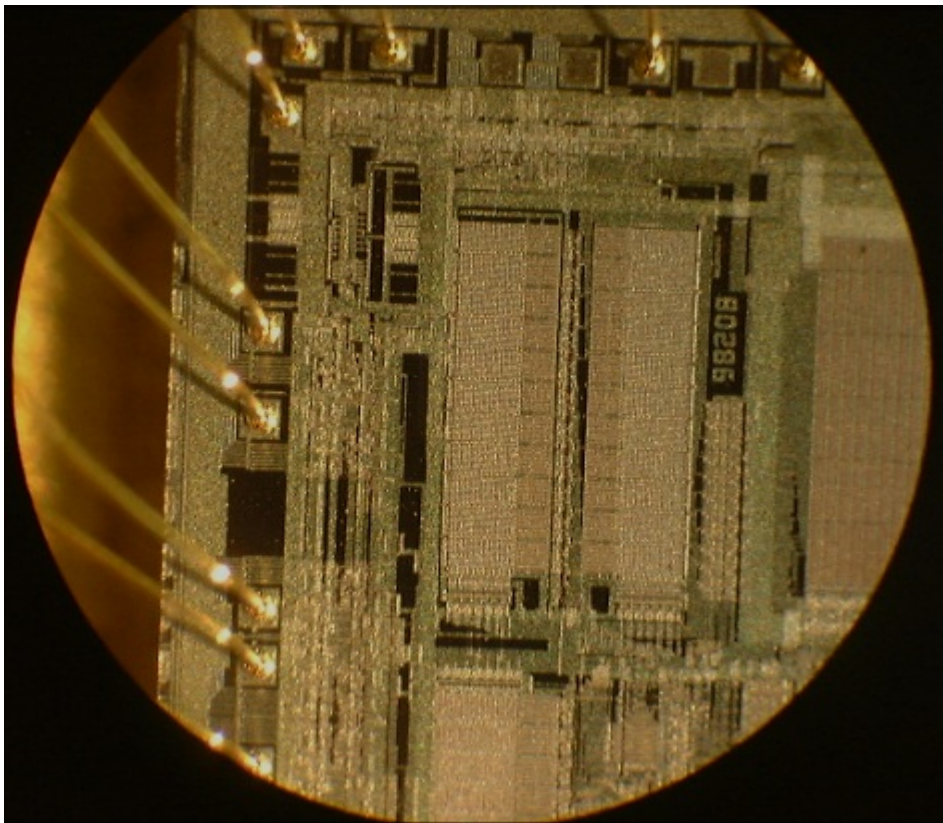
クラス1

半導体クリーンルーム



LSIの組立て工程

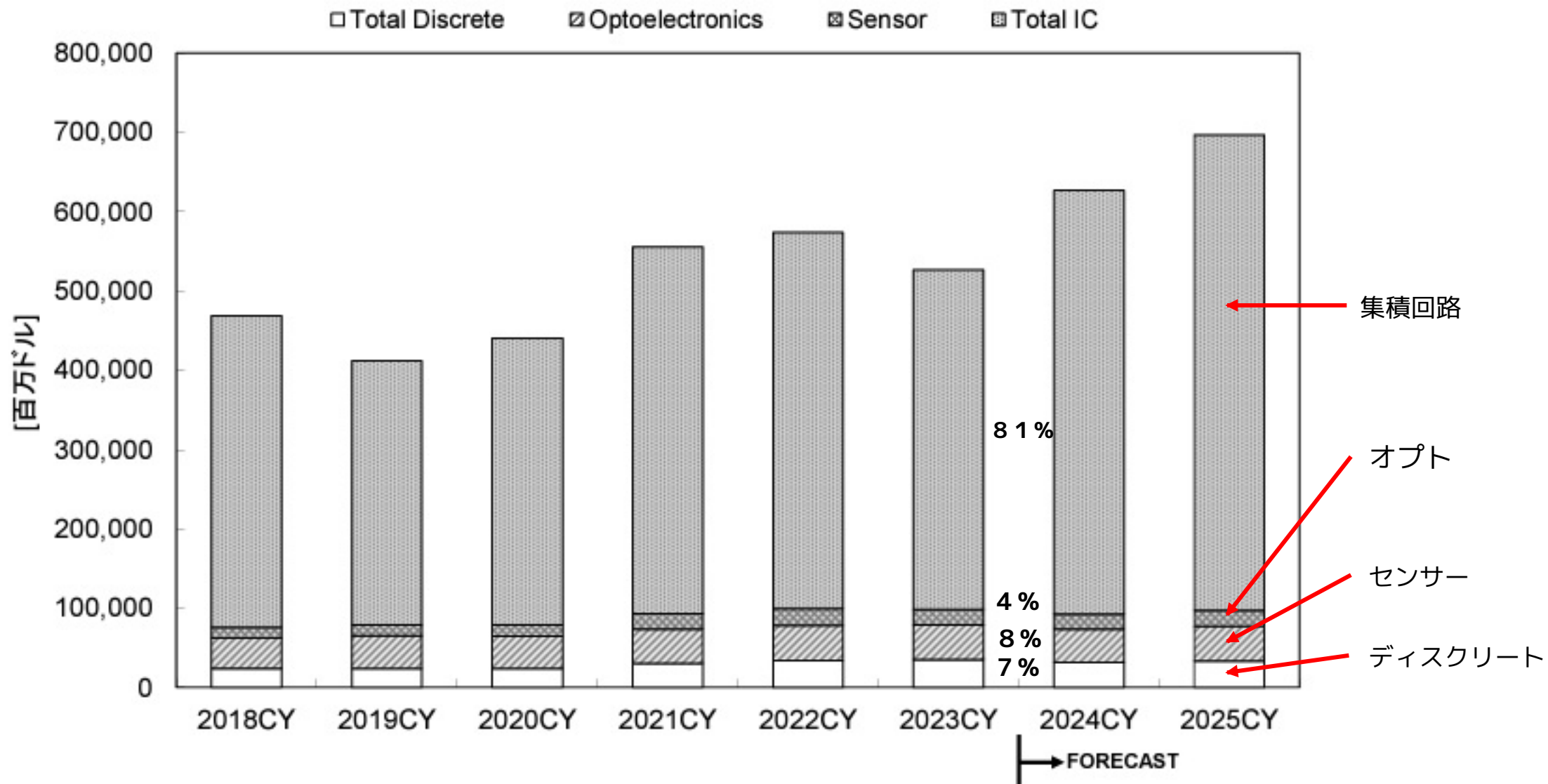
チップからパッケージへ



【世界・日本における半導体の売上高と日本のシェア推移（1985～2030）】



半導体カテゴリー別市場推移



半導体メモリー今昔

1 9 8 5 年

2 0 2 4 年

比較

パソコン
ワークRAM

6 4 0 Kバイト
(OS : MS DO
S)

3 2 Gバイト
(OS : Windows1
1)

50,000倍

DRAM
1 Chip容量

6 4 Kbit
(3μm)

2 4 Gbit
(10nm)

375,000倍