

新入社員半導体技術研修の テキストの一部を紹介します。

当社では

- * 新入社員半導体技術研修
- * 中堅技術者向け半導体技術研修
- * LSI設計技術研修

など、多くの研修講座を開いています。

その内から、新入社員向けの研修の
テキストの一部をサンプリングしました。

新入社員半導体技術研修 実施例

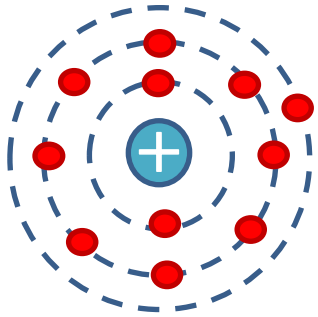
| | 時刻 | 時間 | 講座内容 |
|-----|----|-----|------------|
| 第1日 | 10 | 1.5 | 工学用語に慣れよう |
| | 11 | | 昼食 |
| | 12 | 1.5 | 工学用語に慣れよう |
| | 13 | | 半導体プロセスビデオ |
| | 14 | 2 | 半導体とは？ |
| | 15 | | |
| | 16 | | |

| | 時刻 | 時間 | 講座内容 |
|-----|----|-----|-----------|
| 第3日 | 10 | 1.5 | 半導体製造 後工程 |
| | 11 | | 昼食 |
| | 12 | 1.5 | 半導体製造 後工程 |
| | 13 | | 3 |
| | 14 | | |
| | 15 | | |
| | 16 | 1 | フラッシュメモリ |

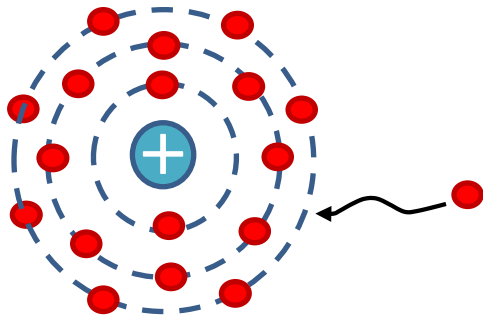
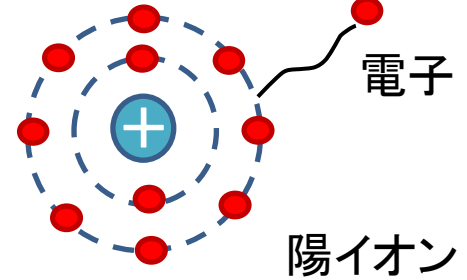
| | 時刻 | 時間 | 講座内容 |
|-----|----|-----|---------|
| 第2日 | 10 | 1.5 | 半導体業界知識 |
| | 11 | | 昼食 |
| | 12 | 1.5 | 半導体業界知識 |
| | 13 | | 3 |
| | 14 | | |
| | 15 | | |
| | 16 | | |

| 日程 | 時刻 | 時間 | 講座内容 |
|-----|----|-----|----------------|
| 第4日 | 10 | 1.5 | 生産管理 & 品質管理 |
| | 11 | | 昼食 |
| | 12 | 2.5 | 生産管理 & 品質管理 |
| | 13 | | |
| | 14 | | |
| | 15 | 2 | 安全管理 & クリーンワーク |
| | 16 | | |

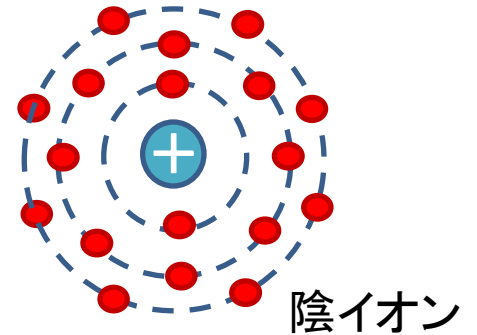
イオンとは？ イオン結合



一番外を回っている電子は直ぐに家出をします。マイナスの電荷をもった電子に家出をされると、残った原子はプラスのイオンになります



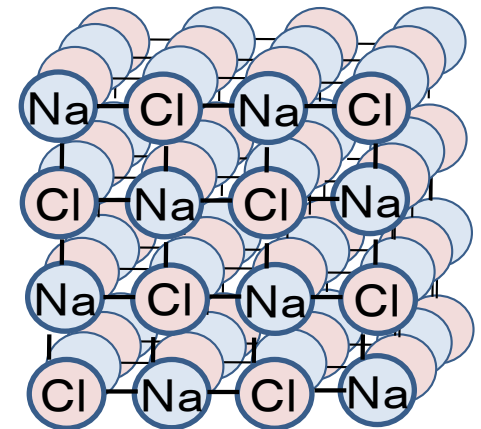
最外核の電子軌道に空き家があると外から電子が入り込んできて、原子はマイナスのイオンになります。



周期律表 I 族のナトリウムは典型的なプラスイオンです。

また、VII族の塩素は典型的なマイナスイオンです。

そこで、ナトリウムイオンと、塩素イオンは結合して右のような立方晶系の単結晶を作ります。



電気量と基本素子と相互関係式

| 項目 | 記号 | 単位 | |
|------------------|-----|----------|---------|
| 電子 | e | 略 | 原語 |
| 電荷量 | Q | C | Coulomb |
| 電圧 | V | V | Volt |
| 電流 | I | A | Ampere |
| 電気抵抗 | R | Ω | Ohm |
| 静電容量 (コンデンサ) | C | F | Farad |
| インダクタンス (コイル) | L | H | Henry |

①電流 $: I = \frac{Q}{T} \Rightarrow I = \frac{dq}{dt}$
 1[A]とは1秒間に1 [C]の電荷が移動

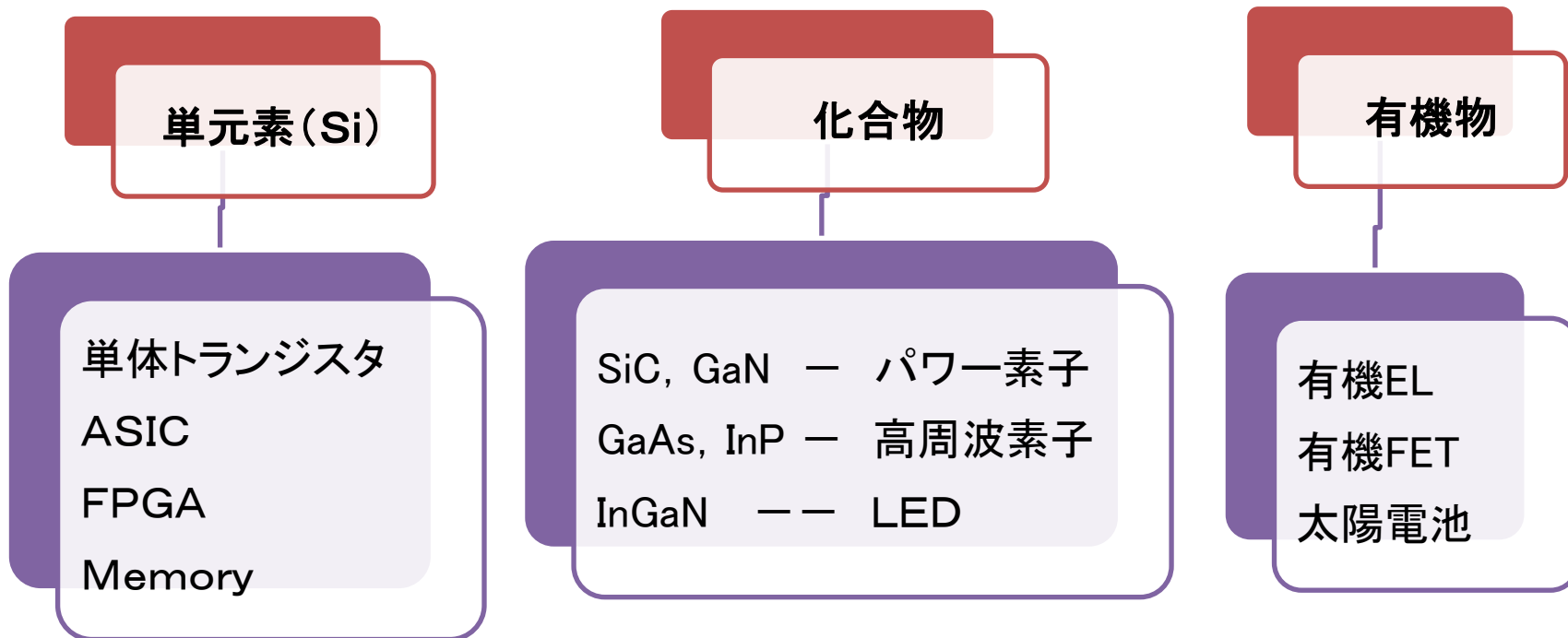
②抵抗 $: R = \frac{V}{I}$
 1 [Ω]とは1 [V]の電圧を印加したとき
 1[A]の電流が流れる

③容量 $: C = \frac{Q}{V}$
 1 [F]とは1 [C]の電荷を蓄えたとき
 1 [V]の電圧が生ずる

④インダクタ: $L = V \cdot \frac{T}{I} \Rightarrow L = \frac{1}{i} \int v dt$
 1 [H]とは1 [V]の電圧を1秒間印加したとき、1秒後に1 [A]の電流を生ずる

半導体素子の種類, 形状

1) 半導体材料



* Si : Silicon (ケイ素)

ASIC : Application Specific IC (用途が特定されたIC)

FPGA : Field Programmable Gate Array

EL : Electro Luminescence

MOS Trの構造とパラメータ

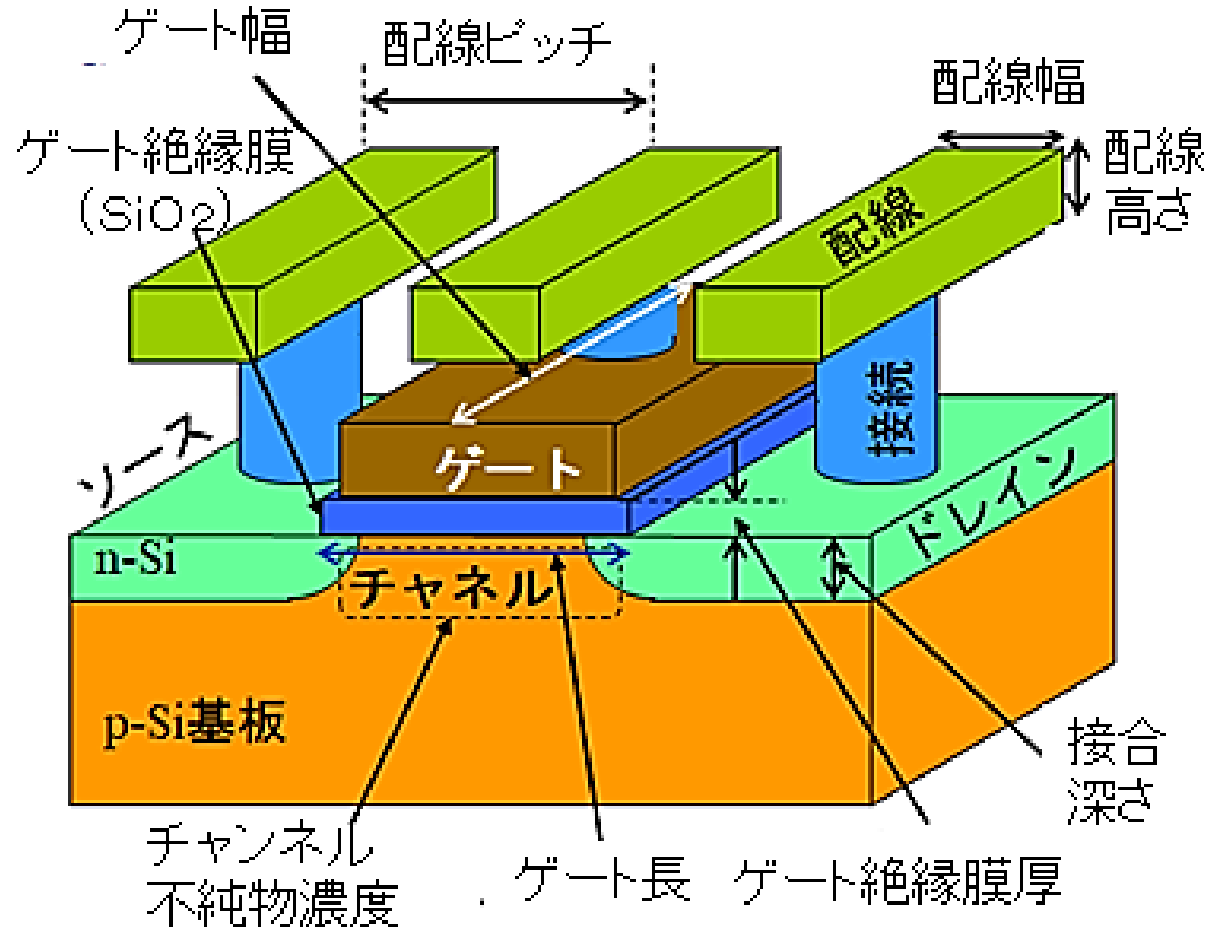
・MOS Trでは、下記構造パラメータにより、性能（集積度、動作速度、消費電力）が決定される。

- ①ゲート長
- ②ゲート幅
- ③ゲート絶縁膜厚
- ④接合深さ
- ⑤チャネル不純物濃度

・更に、MOS ICでは

- ⑥配線のピッチ（配線幅
- ⑦配線抵抗
- ⑧配線容量

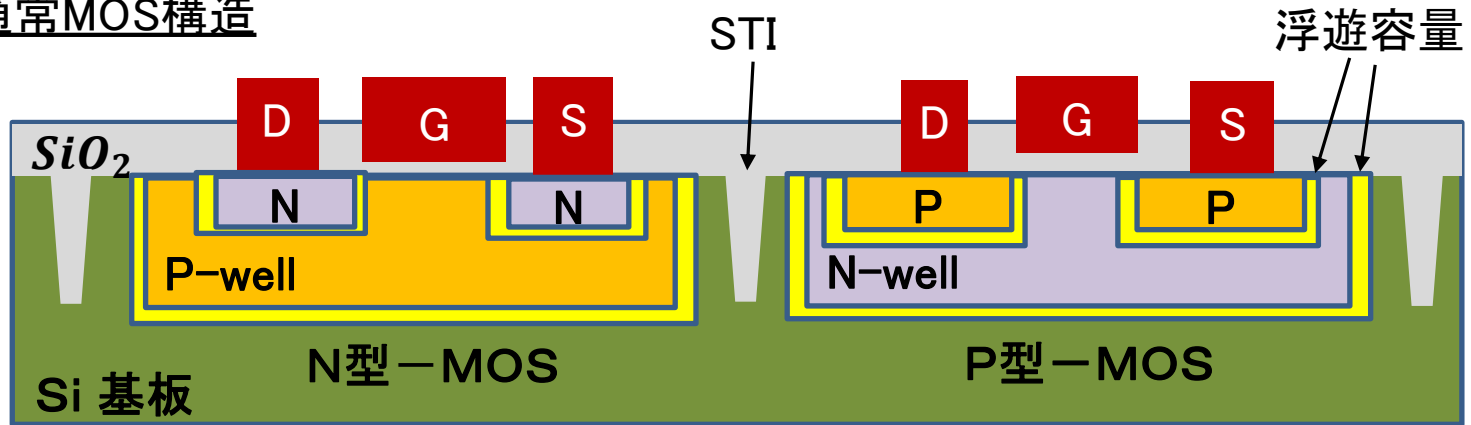
が重要パラメータとなる。



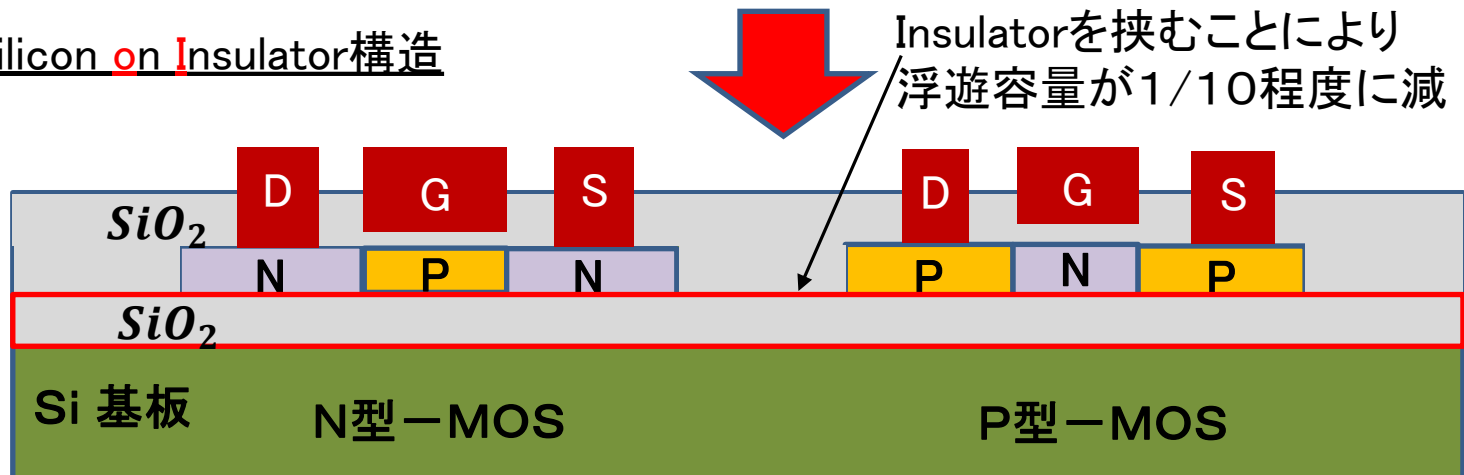
NMOS Trの例

SOI(高速化, 低消費電力化)

通常MOS構造

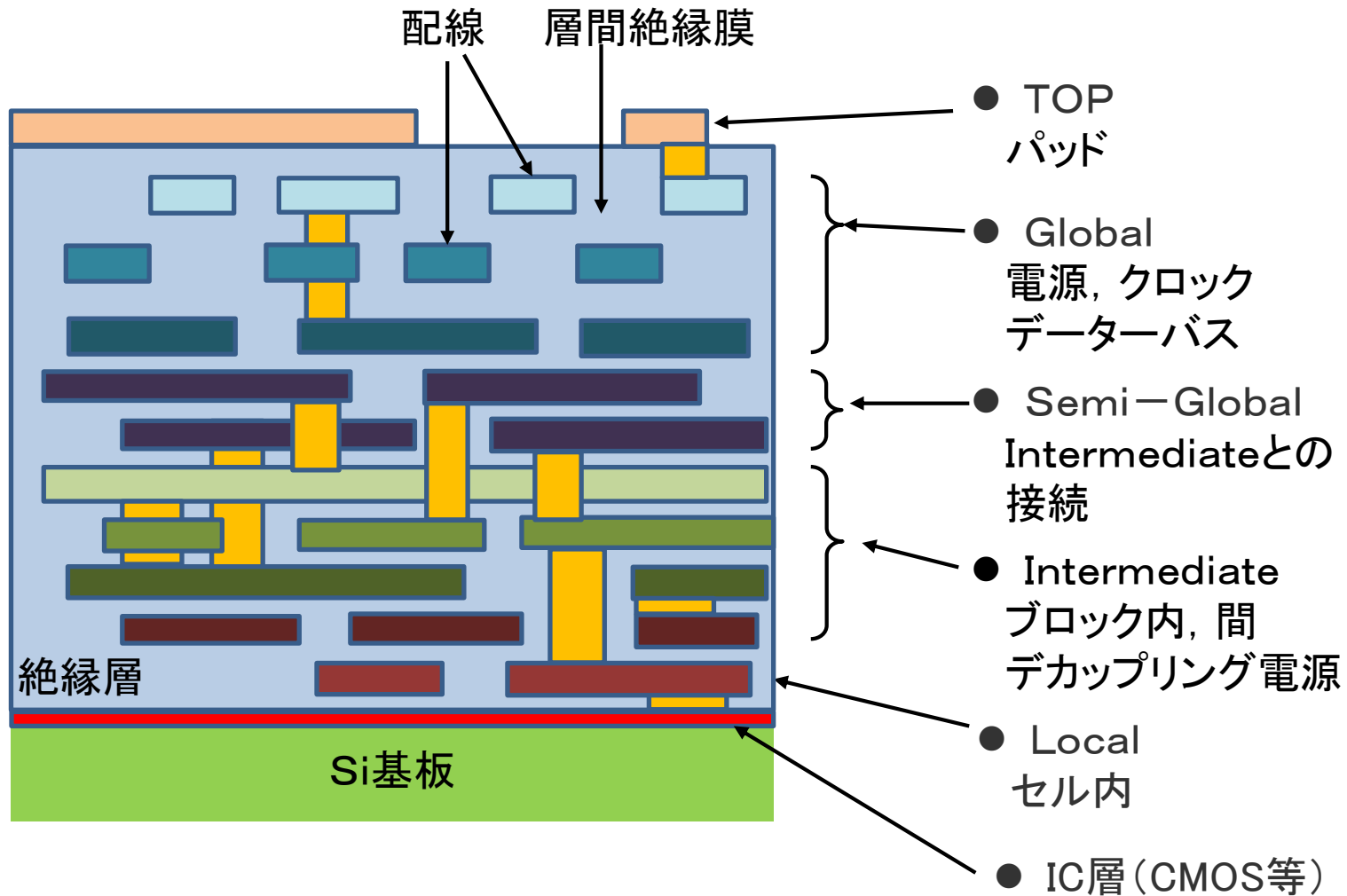


Silicon on Insulator構造

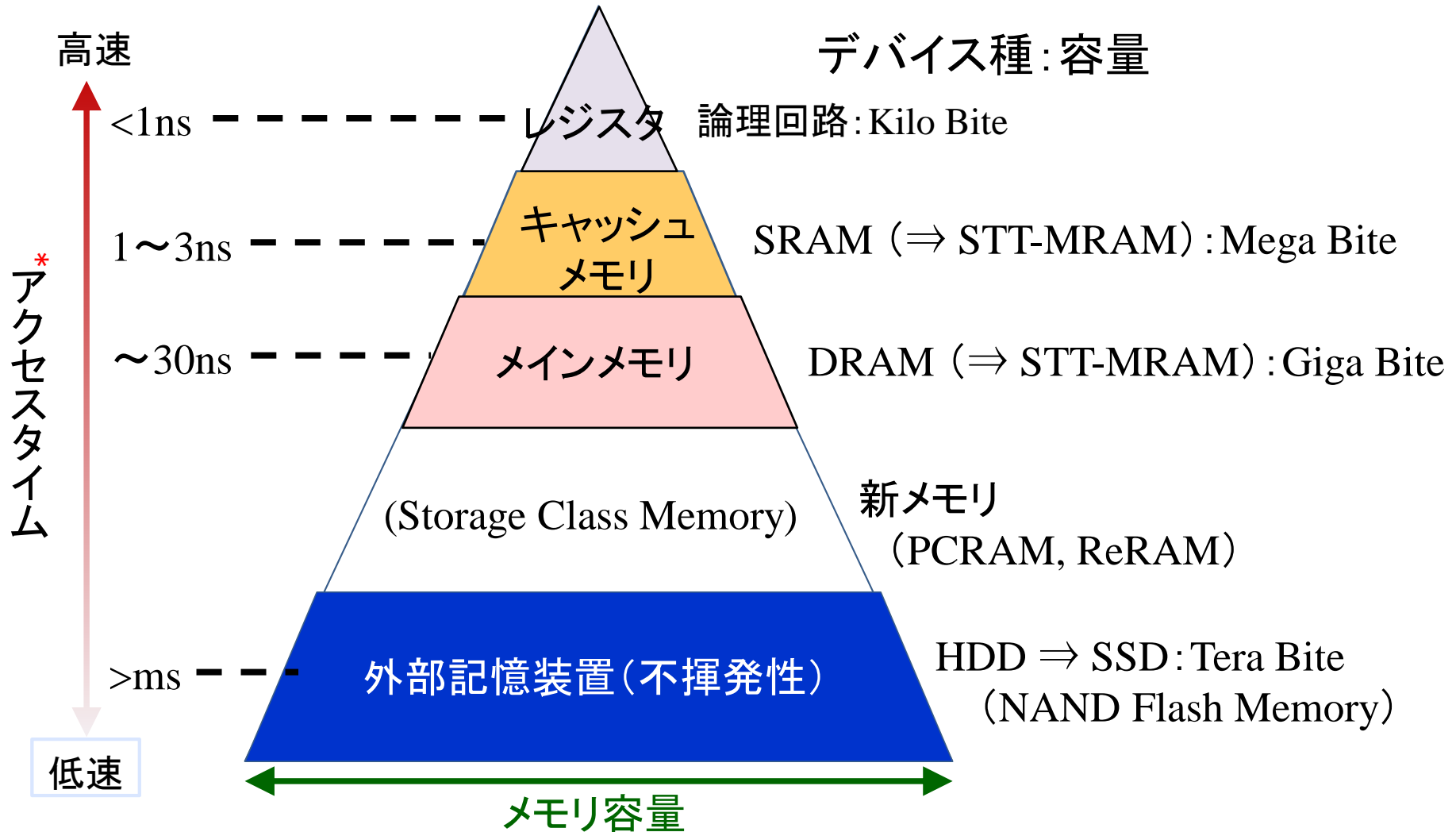


高集積化への流れ

多層配線: VLSIでは10層以上になる



Computer用メモリの階層

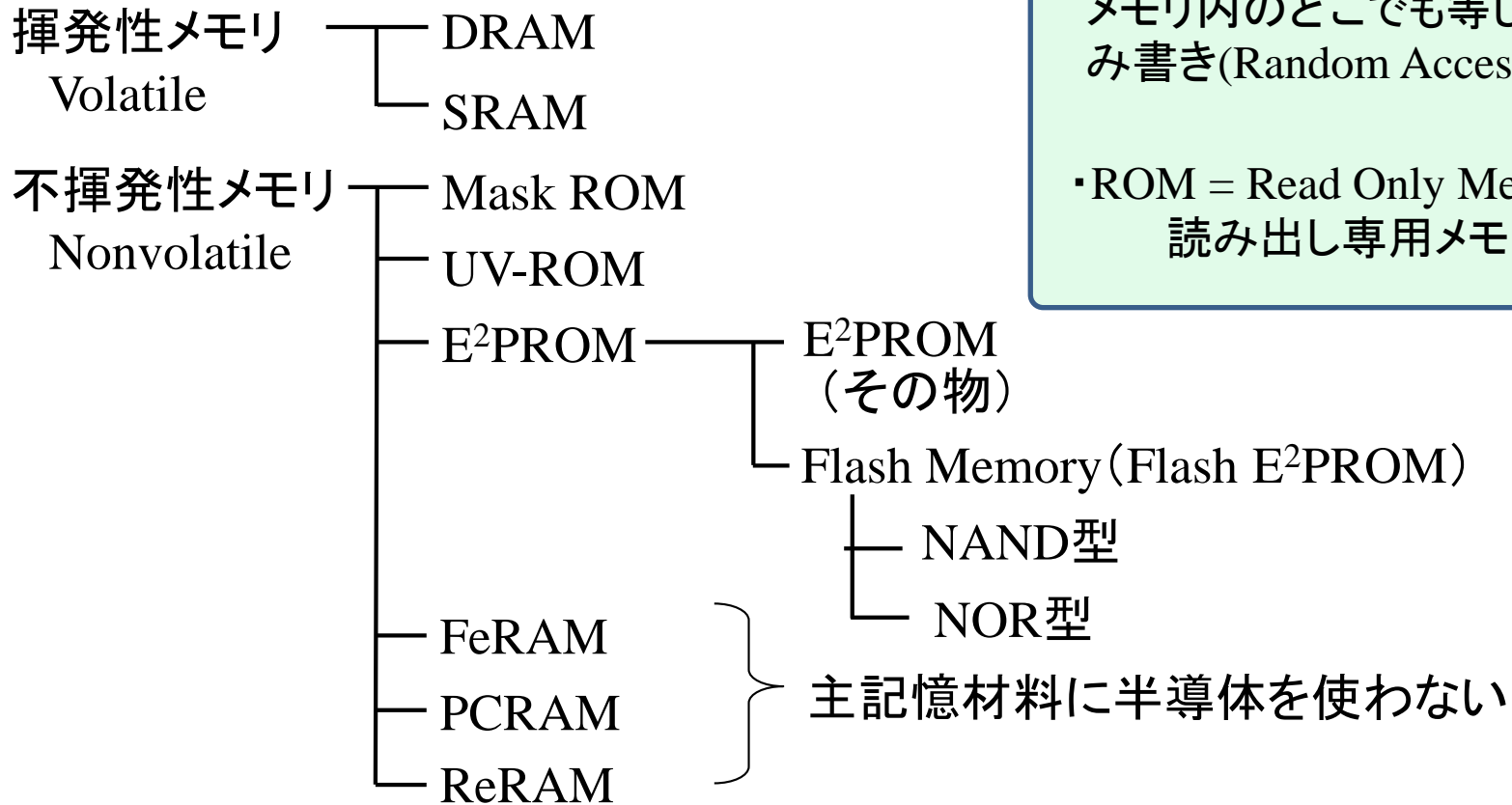


アクセスタイム*(Access Time):メモリーセルに到達するまでの時間

半導体メモリデバイス

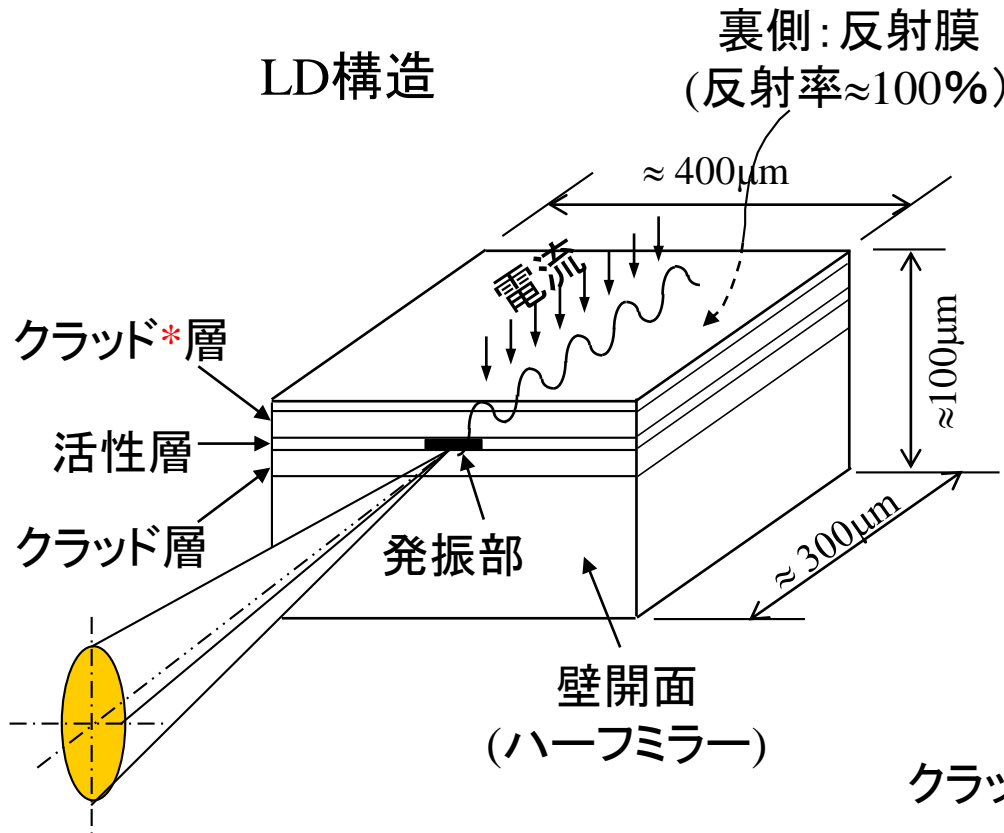


- ・半導体メモリの種類と位置づけ。
- ・主記憶材料に半導体を使わないものも含む。

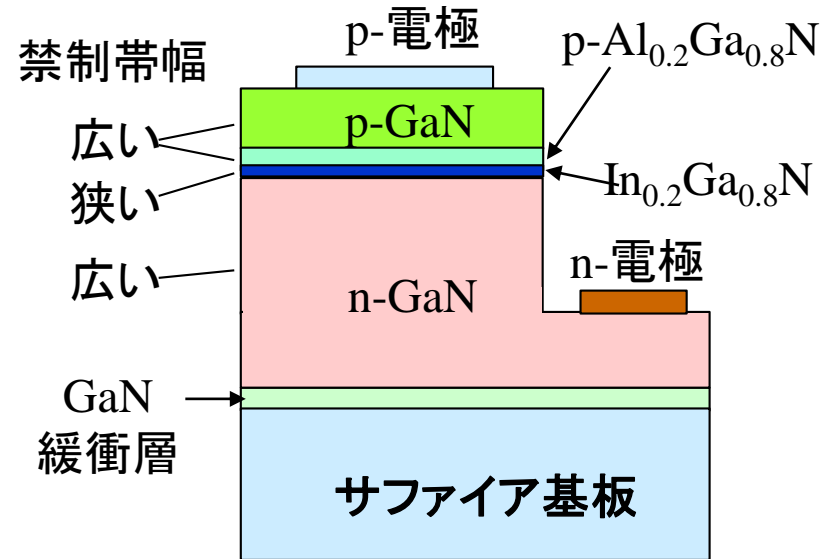


- ・RAM = Random Access Memory
データの消去・書き換えが可能。
メモリ内のどこでも等しい時間で読み書き(Random Access)できる。
- ・ROM = Read Only Memory
読み出し専用メモリ

- ・半導体レーザは、発光ダイオードに誘導放出させるためのミラーを取り付け（ファブリ・ペロー共振器）て誘導放出を起こさせて発信させる。
- ・青色レーザはInGaN結晶を使って発光させる。



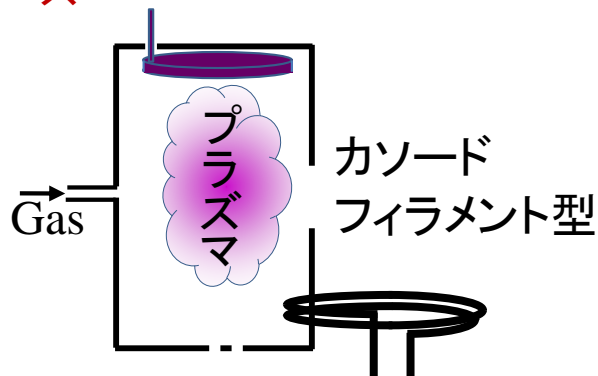
InGaN青色LEDの構造



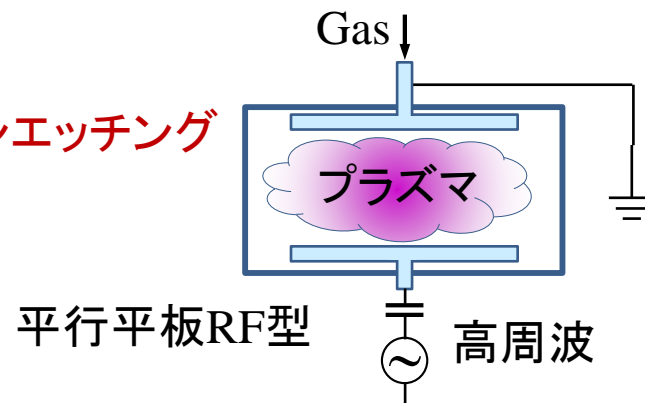
クラッド(Clad)層*:被覆層

- ・初期に半導体製造技術では熱を使うものがほとんどであった。
- ・効果の多様性、制御の多様性をもたらすことから、プラズマの状態を使用する方法が取り入れられた。

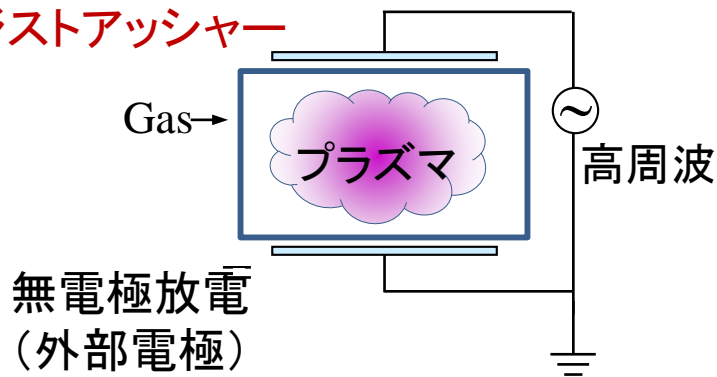
・イオン注入装置の
イオンソース



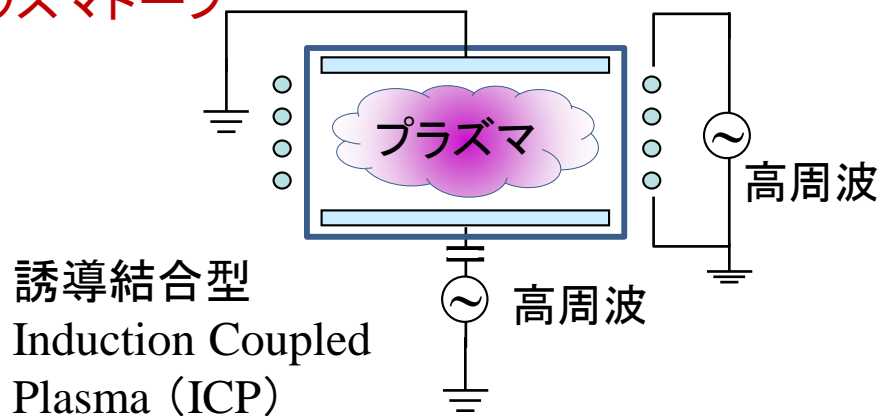
・スパッタ装置
・反応性イオンエッチング装置



・プラズマエッチャー
・レジストアッシャー

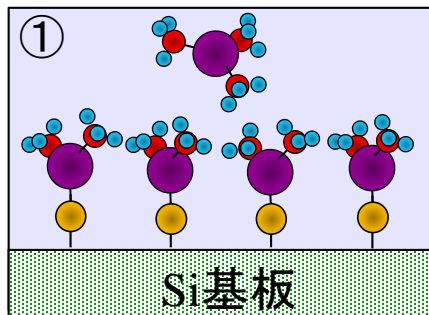


・反応性イオンエッチング装置
・プラズマドーブ

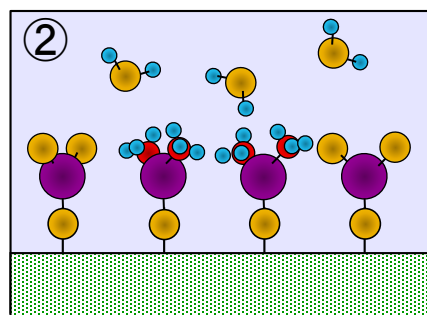


- ・基板表面に原料ガス分子を吸着させ、反応性ガスを吹き付けて1分子層を形成する。これを繰り返して製膜する。
- ・比較的低温(200~400°C)で、高均一な薄膜が形成できるため様々な用途に用いられるようになってきた。

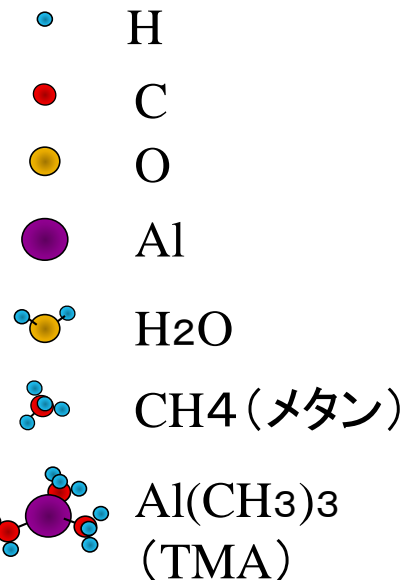
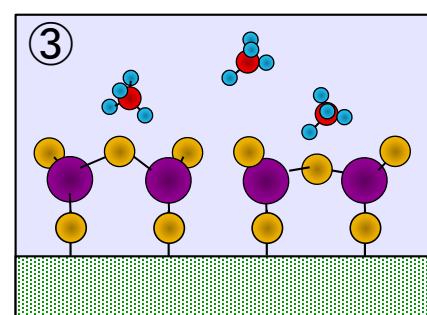
トリメチルアルミニウム (Tri-methyl Aluminum : TMA) を原料とする、アルミナ膜 (Al₂O₃) の製膜例



TMAを吹き付けて吸着サイトに吸着させる



水蒸気を吹き付けてTMAと反応させ、副生成物のメタン(CH₄)を除去する。

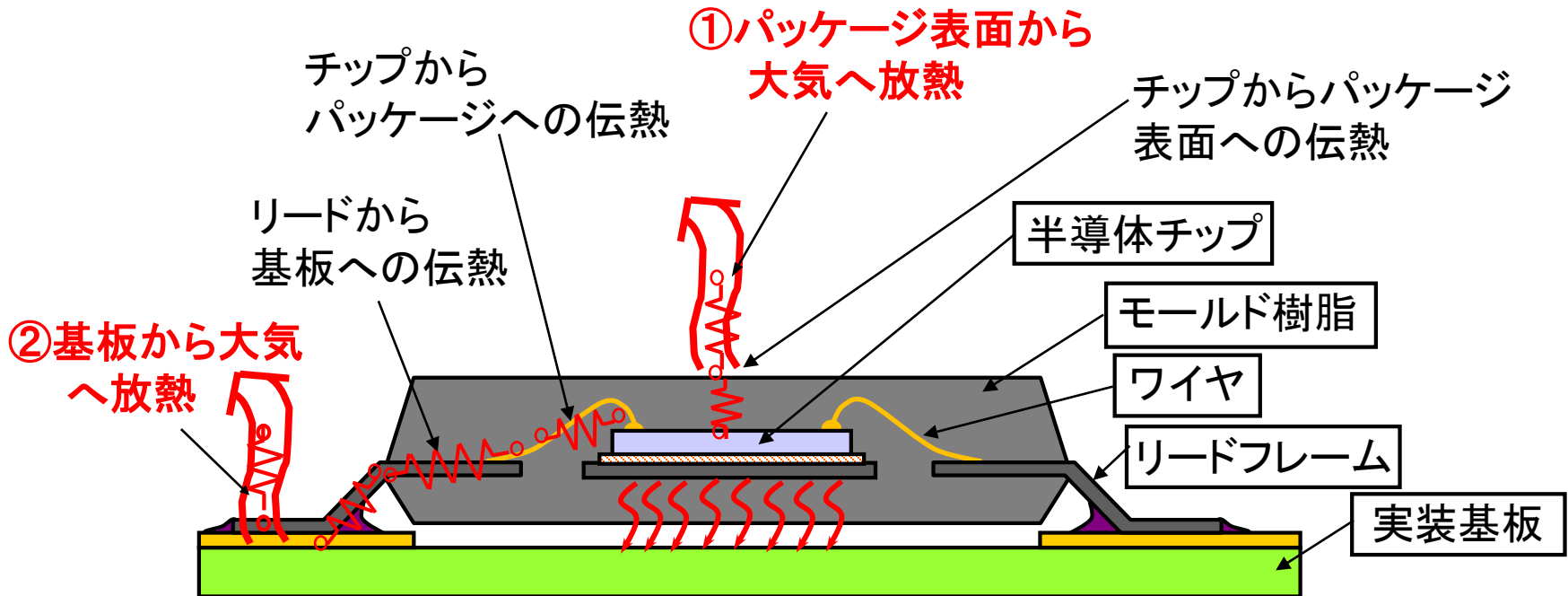


表面に原料ガス分子を吸着させるため、高温にすることができない。

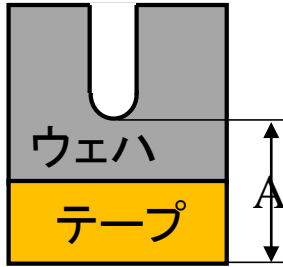
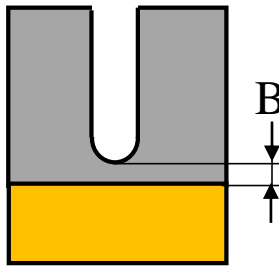
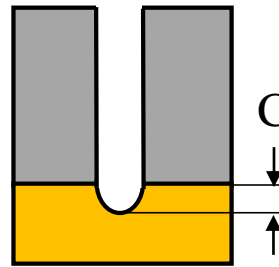
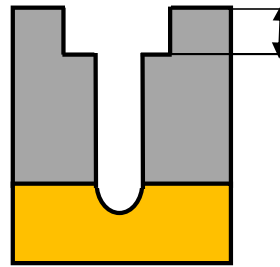
半導体チップは動作をすると発熱する。高温になるとチップが誤動作(故障)を起こすので、パッケージを介して発生する熱を放熱する必要がある。

半導体パッケージの放熱経路としては

- ① 半導体チップ面 ⇒ パッケージ ⇒ 大気
- ② 半導体チップ ⇒ パッケージ ⇒ リード ⇒ 実装基板 ⇒ 大気

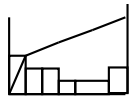
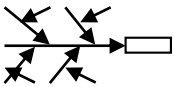
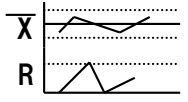
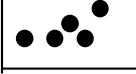
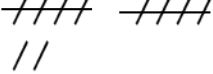
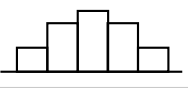
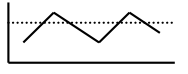
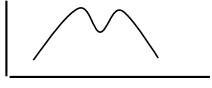


ブレードダイシング法には下図のように数種の方式があり、状況により使い分けている。通常は ②セミフルカット、③フルカットを採用するが、ウェハの構造、カットスピード、ブレード寿命などを勘案して選択される。

| | ①ハーフカット | ②セミフルカット | ③フルカット | ④ステップカット |
|----------------------|--|---|---|---|
| ダイシング方式 |  A ≒ 150μm |  B = 10~30μm |  C = 25μm |  D = 50μm |
| カットスピード mm / sec. | 100~200 | 70~150 | 30~50 | 100 & 30~50 |
| ブレード寿命 K/ライン | 50~80 | 20~50 | 10 | 10~ |

* 1. ディープカットと呼称することもある。

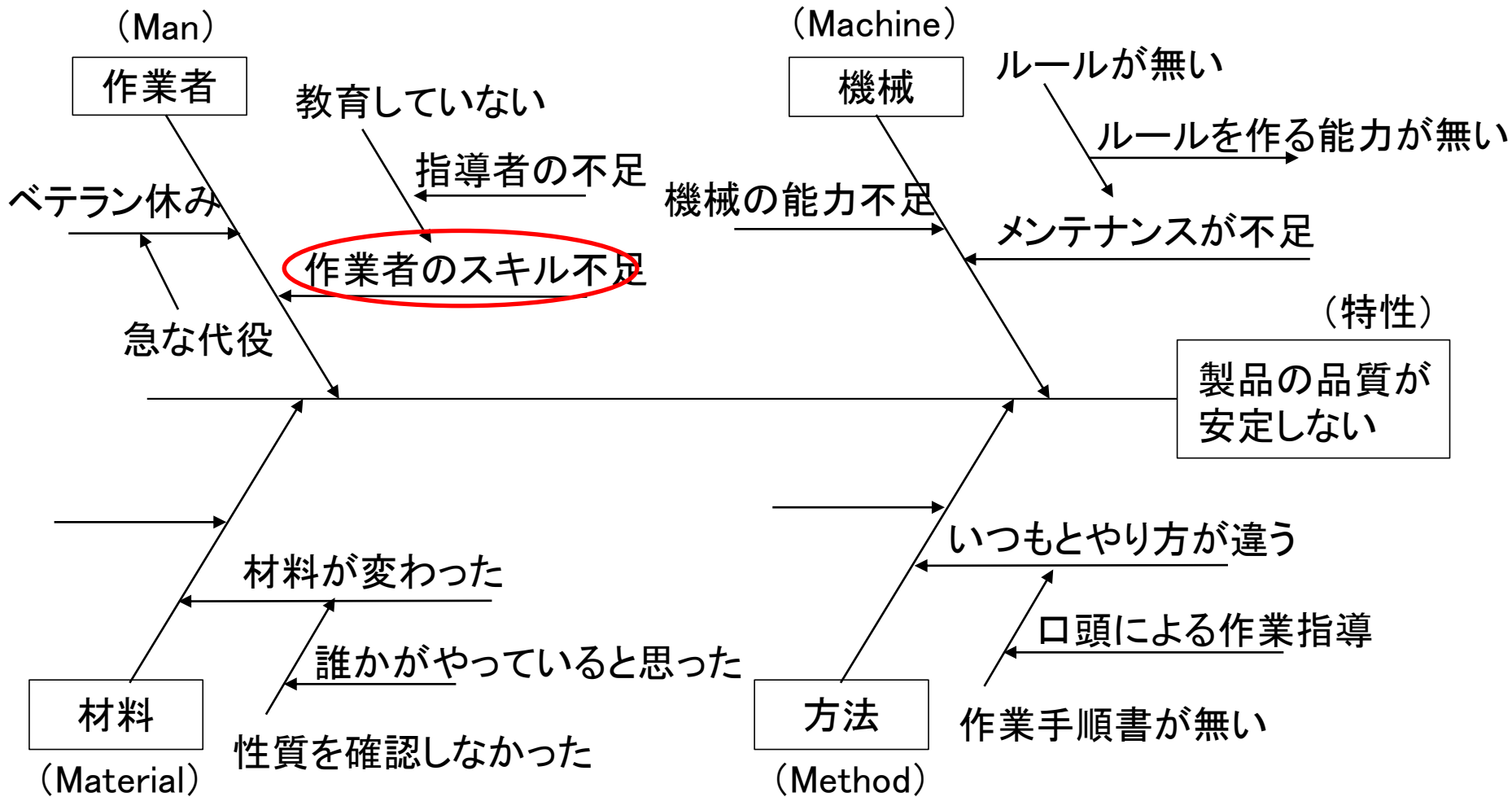
* 2. ④ステップカットはウェハの構造が層間絶縁体にLow K材を用いている場合などに採用され、2種類のブレードでカットする方式と上部をレーザーでカットし細部をブレードでカットする方式がある。また、上部、細部ともレーザーでカットすることもある。

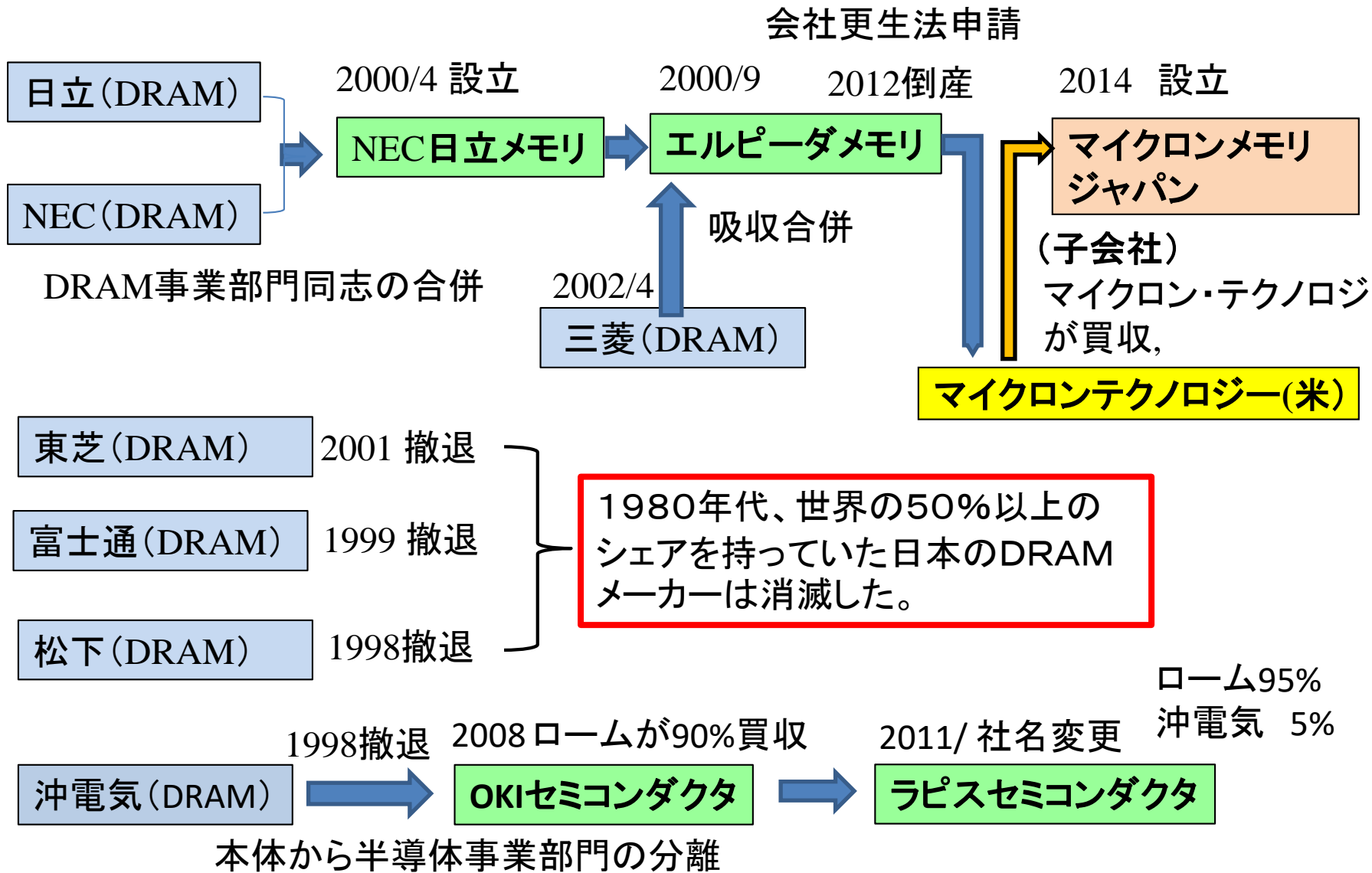
| 品質管理ツール | イメージ図 | 特徴 |
|---------|---|---|
| パレート図 |  | 現象別に層別してデータ取得する事で、優先的に解決すべき不良や問題点を見つけ出すことができる。 |
| 特性要因図 |  | 魚の骨(フィッシュボーン)とも呼ばれ結果(品質特性)に影響を及ぼす要因(原因)を整理する事ができる。 |
| 管理図 |  | 製造工程が安定状態にあるかどうかをみる事ができます。 偶発的バラツキと異常原因バラツキを区別したり管理ができる。 |
| 散布図 |  | 2つの要素の間にどんな関係があるのか？特性の相関関係を観察することができる。 |
| チェックシート |  | データの分類や項目別の分布や発生状況を把握する事が出来る。 |
| ヒストグラム |  | データを幾つかの区間に分けてその区間のデータを集計します。 その区間の発生数を棒グラフで表し、バラツキを把握する事が出来る。 |
| グラフ |  | データの比較が一目でわかりやすいようにしたもので全体像把握が可。 棒グラフ、円グラフ、折れ線グラフ等がある |
| 層別 |  | データを複数の視点から問題点を把握する方法。 データを作業員、設備、曜日別といった視点で分析して原因追究する。 |

※8項目があって、「QC七つ道具」という言葉は変であるが、従来はグラフに含まれていた管理図を分離してツールが増加した。











「特性要因図」の事例

「ものづくり」の職場で起こりやすい事例を参考にした特性要因図です。





半導体企業の形態には「垂直統合型」と役割を複数企業で分担する「水平分業型」がある

| | 一貫生産販売 (垂直統合型) | 水平分業型 | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| | IDM | ファブレス企業 | ファウンドリ | アセンブリ・ テストハウス | デザイン ハウス |
| 製品企画 |  |  | | | |
| 設計 |  |  | | |  |
| 製造 プロセス開発 前工程(ウエハー) 後工程(パッケージ) |  | |  |  | |
| 販売 |  |  | | | |

- ・半導体製造装置には有害な材料、高電圧、レーザ等、危険物が含まれる。
- ・生産性の確保、向上と共に。危険を回避するために点検、保守を行うことが極めて重要である

| | | | |
|---------|---------|--|---------------------------|
| 有毒/有害材料 | 原材料 | : 砒素、磷、アンチモン | } 毒性 劇薬 発火 地球温暖化 |
| | エッチングガス | : CF ₄ 、CCl ₂ F ₂ 、等など | |
| | エッチング薬液 | : フッ化水素、硝酸 | |
| | CVDガス | : SiH ₄ 、AsH ₃ 、WF ₆ 、等など、 有機金属 (TMA, TEG, etc.) | |
| | 洗浄液 | : 塩酸、硫酸、アンモニア | |
| | メッキ液 | : 硫酸 | |

| | | | |
|---------|--------|--|-----------|
| レーザ/紫外線 | リソグラフィ | : KrF/ArF エキシマレーザ、EUV | 紫外線 x レーザ |
| | 熱処理 | : KrF/XeCl エキシマレーザ、CO ₂ レーザ | |

| | | | |
|-----|----------|------------|-----------|
| 高電圧 | イオン注入 | : ~10 MeV | 感電 X-線 |
| | 走査型電子顕微鏡 | : ~数10 keV | |
| | 電子Beam露光 | : ~数10 keV | |