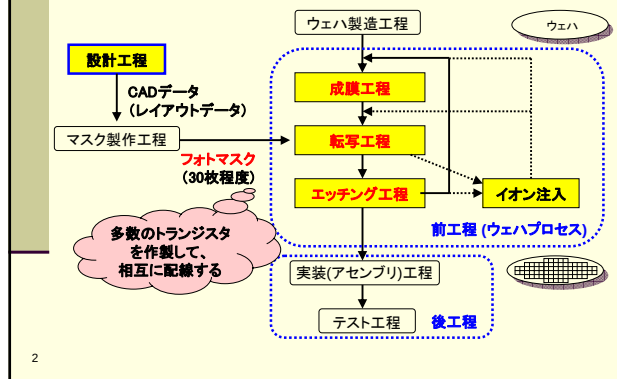


集積デバイス工学(3)

LSIの製造プロセス(続)

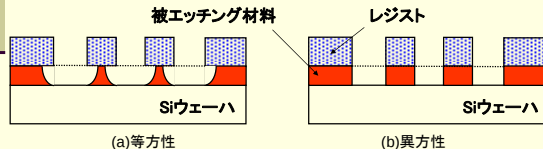
電子情報デザイン 藤野 毅

LSIの製造工程



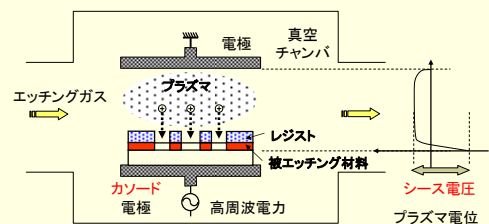
エッチング工程1(等方性と異方性)

- **等方性**: 被エッチング材料を水平方向と垂直方向にほぼ同じ速度で均一にエッチング
- **異方性**: 垂直方向のみにエッチングを行い、レジストパターンと同じサイズの垂直な側壁をもつ微細なパターンを形成
⇒ 微細化に適している
- 薬液を使用するウェットエッチングは**等方性**
- 反応性ガスを利用したドライエッチングは条件を最適化すれば異方性エッチングが可能



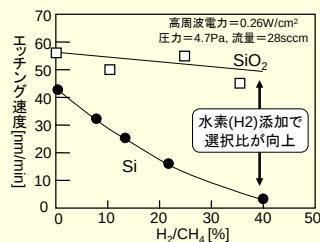
エッチング工程2(ドライエッチング装置)

- ドライエッチングとはガス中のFやClにより、被エッチング材料を**揮発性**の物質に変化させる反応
- 異方性を実現するためにはプラズマ中の**イオン**を基板に**垂直**に入射し、イオン入射部のみでエッチング反応が進む条件が必要
- 高周波電極側(カソード)は**シース**により負電圧に帯電する



エッチングの選択比

- Fを多く含むガス⇒Siのエッチングが速い
- C,Fを含むガスにH₂を添加する⇒SiO₂のエッチングが速い
(理由: 2F+H₂→2HF: SiをエッチングするFが減少)
- ① Siのエッチング反応: $\text{Si} + 4\text{F} \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow$
- ② SiO₂のエッチング反応: $\text{SiO}_2 + 2\text{CF}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{CO}$



O-Si	192kCal/mol
F-Si	130kCal/mol
C-Si	104kCal/mol
Si-Si	76kCal/mol

2原子間の結合エネルギー

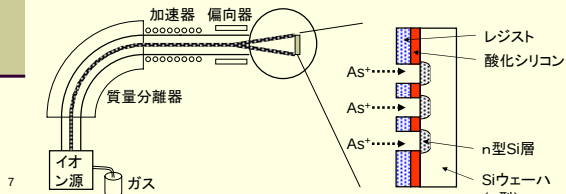
レジスト除去

■ アッシング

- O₂ガスを用いたドライエッチングを行うと下地に損傷を与えることなくレジストを除去できる
- アッシングだけではレジストの残渣(ざんさ)が発生することがあるので、通常、溶液中でのウェット洗浄も併用する

イオン注入工程

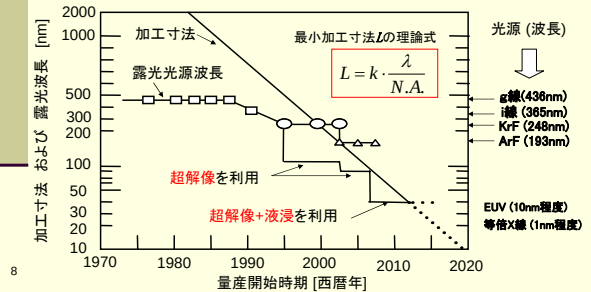
- 基板中にp型n型の半導体を作りこむためにはイオン注入による**ドーピング**が必要
- イオン注入機はイオン源から必要なイオンのみを**質量分離器**で選択し、加速してウェハに注入する。
- **軽い**原子であるほど、また加速電圧が**高い**ほど基板中の深い場所にイオンが注入できる。
- イオン注入後に不純物を活性化するためには**アニーリング**と呼ばれる熱処理が必要である



7

微細化とリソグラフィ

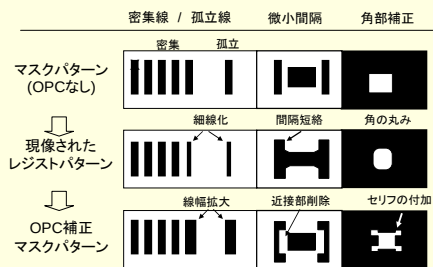
- 微細化にともなって、ステツパの光源の**波長λ**を短く
 - ArF(193nm)以降は屈折レンズ使用できない
- **超解像技術+液浸**を使用して波長以下のパターンも作成
 - 超解像技術:ステツパの光学系やフォトマスクに工夫⇒OPC(次スライド)
 - 液浸:ウェハの上面に液体を満たして実効的に**開口数NA**を拡大



8

光近接効果補正

- 転写するパターンのサイズが波長より小さくなると、マスク上のパターンが、ウェハ上に、忠実に転写されない。
- 転写されるパターンを予測してマスクパターンを変形させておく
⇒**OPC**(Optical Proximity Effect Correction)



9