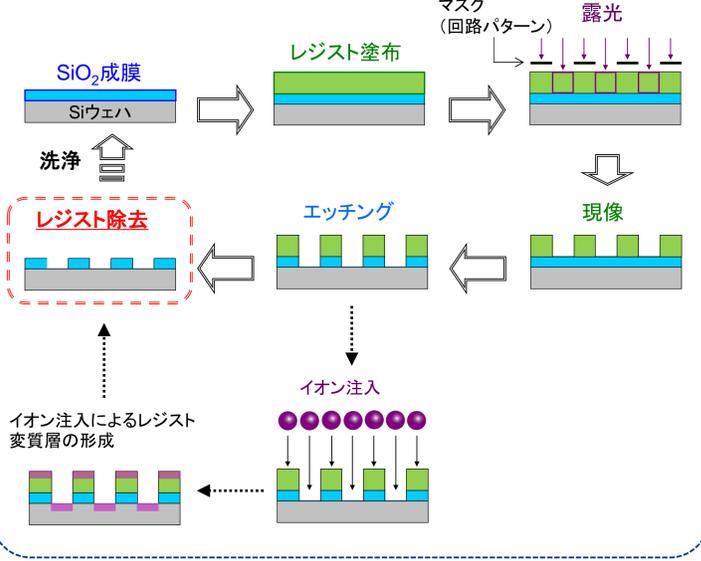


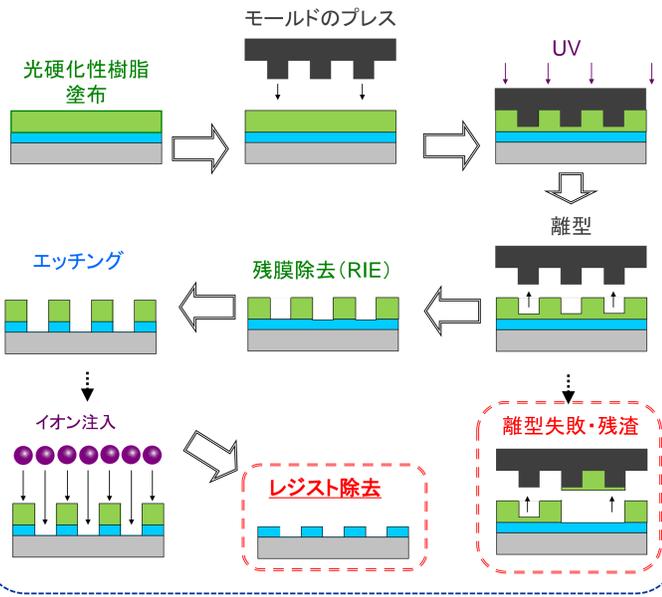
【研究の背景・目的】

半導体デバイス製造工程

フォトリソグラフィ



ナノインプリントリソグラフィ



レジスト除去

薬液方式

半導体(IC)	硫酸-過酸化水素水など
液晶(LCD)	アミン系溶剤 (エタノールアミン/ジメチルスルホキシド)
プリント基板	水酸化ナトリウム水溶液

薬液を大量に使用 → 環境負荷・コスト増

薬液フリー方式

○アッシング方式(酸素プラズマ, オゾン)

- ・基板や金属配線の酸化劣化
- ・プラズマによるデバイス特性の不安定化

※湿潤オゾン方式

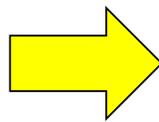
- ・基板や金属配線の酸化劣化
- ・高ドーズのイオン注入レジストは除去困難

※イオン注入レジスト(変質層)

薬液 + アッシングにより困難ながら除去

○新規レジスト除去・モールドクリーニング方式

- ・低環境負荷・低コスト ~ 薬液フリーな方式
- ・基板・モールドへのダメージ低減(酸化劣化の防止)
- ・簡便な装置構成



原子状水素によるレジスト除去方式

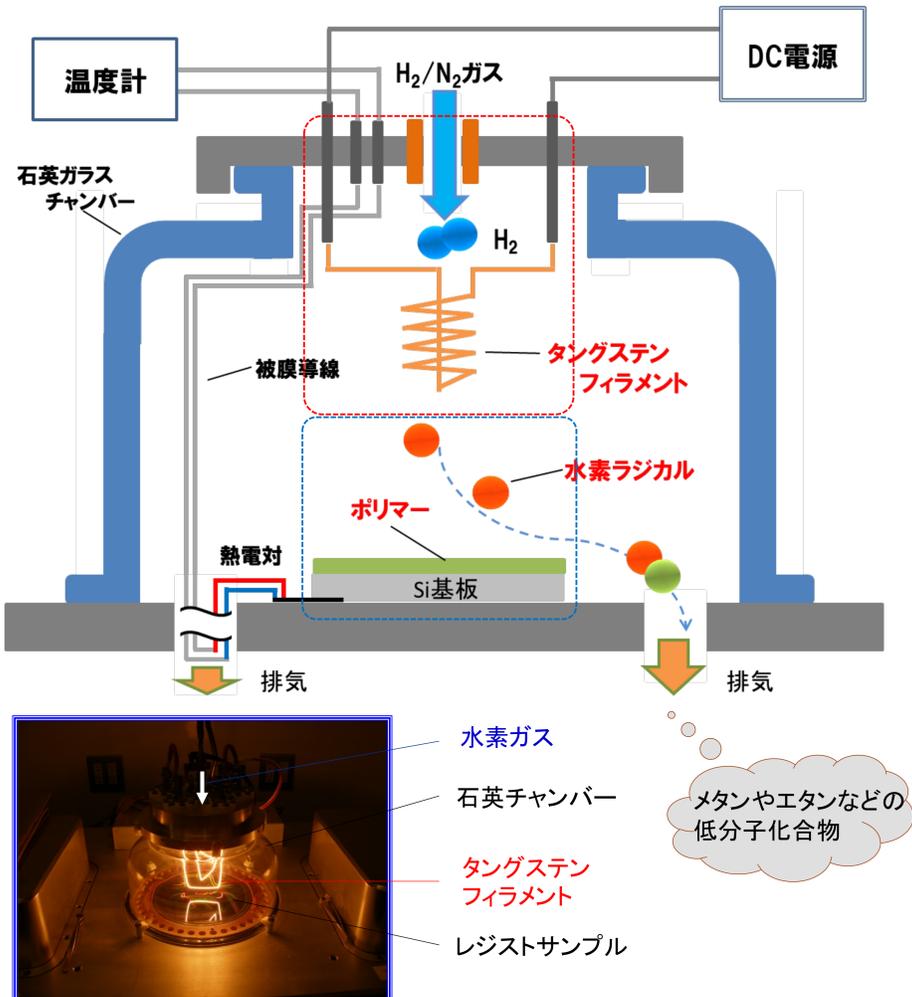
(原子状水素 + 加熱触媒法)

- ・還元分解反応による基板・モールドの酸化劣化の防止
- ・薬液フリー方式

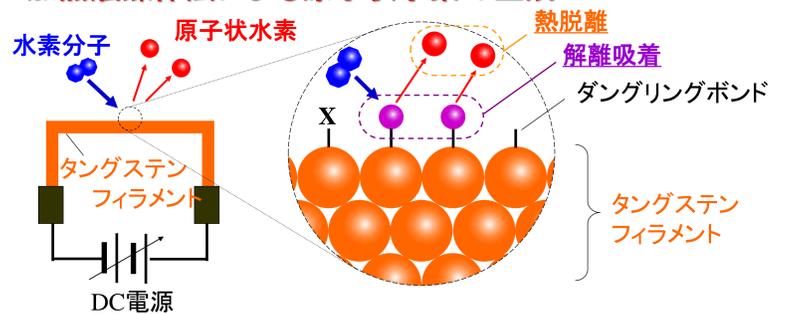
環境に優しいクリーニング方式

【研究概要】

加熱触媒法による原子状水素の生成と高分子分解

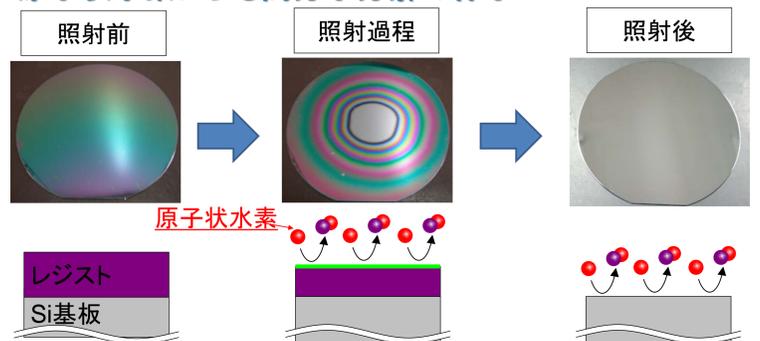


加熱触媒法による原子状水素の生成



タングステンフィラメント上で水素分子の解離吸着 → 通電加熱による熱脱離
加熱タングステンの触媒作用によって原子状の水素を生成
※一般的な原子状水素の生成方法はプラズマ法
加熱触媒法はフィラメント表面での反応により原子状水素の生成効率が良い

原子状水素による高分子分解の様子



○高分子を揮発性の低分子化合物に還元分解 → 基板の酸化を回避可能
○ドライプロセスで有機溶剤フリーな分解方式

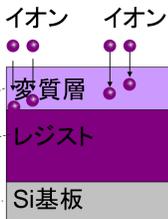
検討事項

- 高分子の化学構造の違いやイオン注入層の有無での原子状水素による分解反応
- 基板へのダメージ(サリサイド構造トランジスタ)やモールドのクリーニング効率

【研究の内容】

○イオン注入レジストの除去 & 化学構造の異なる高分子の除去

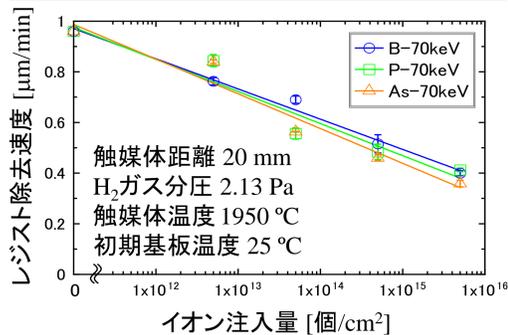
イオン注入レジスト



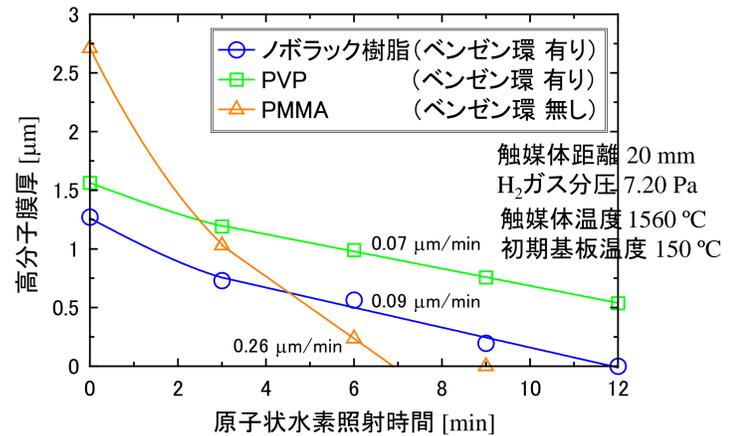
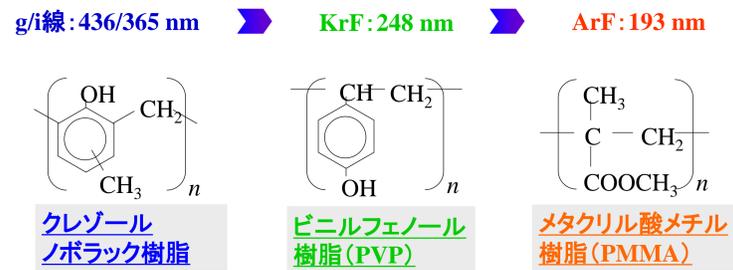
g/i線用ノボラック系レジスト
Pイオン (70 keV), 1×10^{16} 個/cm²
レジスト変質層は除去が困難

・原子状水素によりすべてのイオン注入レジストの除去が可能

イオン種・ドーズ量とレジスト除去速度の関係

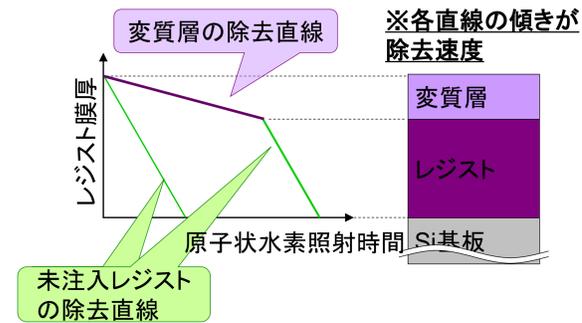


化学構造の異なる高分子の除去



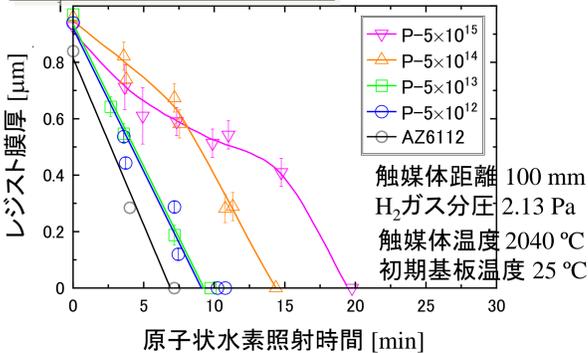
・原子状水素によりすべての高分子膜の分解除去が可能
・高分子膜の分解速度は化学構造に依存
環状構造 (ベンゼン環) が存在する場合は分解がやや遅い
※ベンゼン環 → 水素付加 → シクロヘキサン、環開裂

イオン注入レジストの除去曲線と断面構造モデル



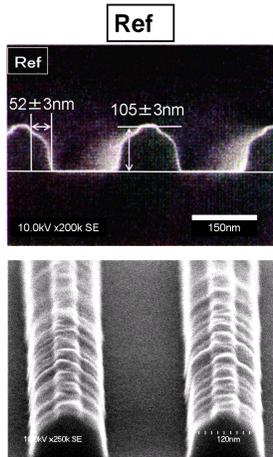
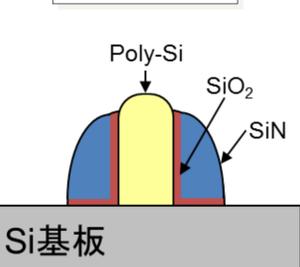
・原子状水素によるイオン注入レジストの除去速度は変質層厚さに依存

Pイオン注入レジストの除去

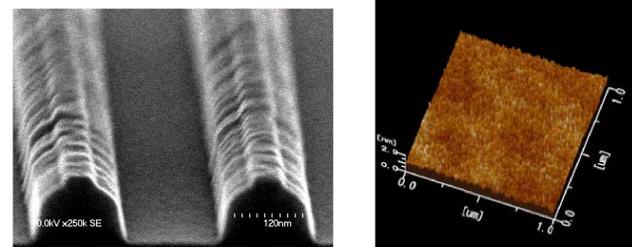


○基板へのダメージ評価 (サリサイド構造トランジスタ)

サリサイド構造

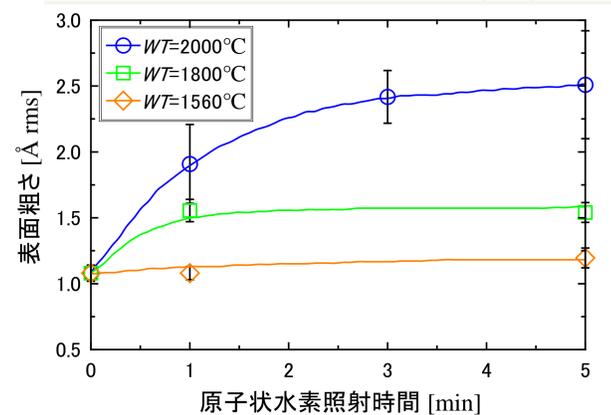


原子状水素照射後



触媒体距離 20 mm
H₂ガス分圧 4.53 Pa
触媒体温度 1560 °C
初期基板温度 150 °C
照射時間 15 s
原子状水素照射後もサリサイド構造の形状や下地のSiの表面粗さはほとんど変化しない

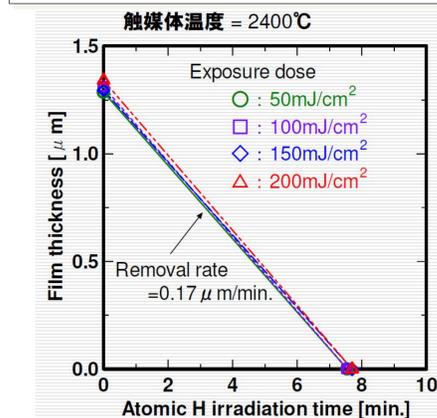
原子状水素による下地Si基板の表面粗さ(Rms)の変化



レジスト除去時間内では下地基板への影響はほとんどない

○ナノインプリント用モールドの洗浄

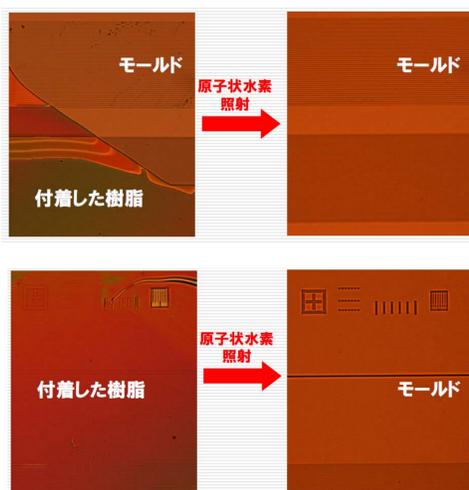
原子状水素によるナノインプリント用光硬化性樹脂の除去



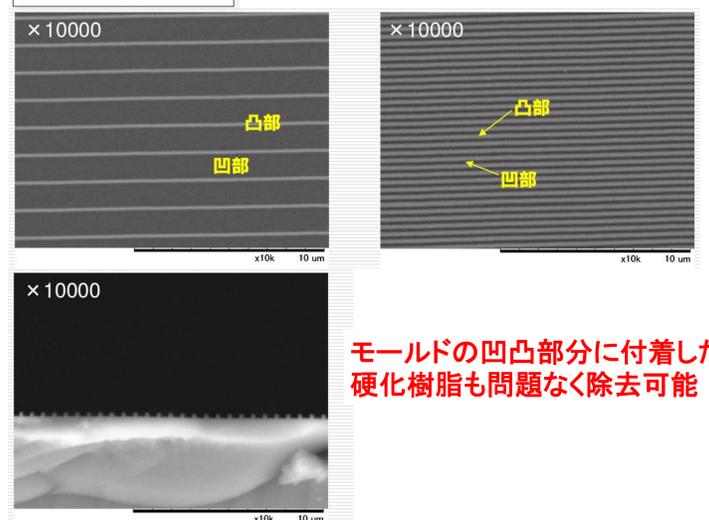
触媒体距離 100 mm
H₂ガス分圧 2.13 Pa
触媒体温度 2400 °C
初期基板温度 25 °C

モールド: Si
樹脂: PAK-01 (東洋合成工業)

原子状水素により十分に光架橋した樹脂も分解可能



原子状水素照射後



モールドの凹凸部分に付着した硬化樹脂も問題なく除去可能