

# 「ノボラックレジスト 材料とプロセスの最適化」目次

## 第1章 はじめに

### 第2章 g線ノボラックレジストの概要

1. はじめに
2. フォトレジスト
  - 2.1 g線用フォトレジストの生立ち
  - 2.2 DNQ/ノボラック樹脂型レジスト
    - 2.2.1 DNQ感光材の起源
  - 2.3 DNQ/ノボラック樹脂型ポジレジストのケミストリー
    - 2.3.1 DNQ感光剤(PAC)
    - 2.3.2 g線レジストに使用されるPAC
    - 2.3.3 g線レジストに使用されるノボラック樹脂
    - 2.3.4 DNQ/ノボラック樹脂の相互作用
    - 2.3.5 樹脂とPAC組合せによる挙動
  - 2.6.6 g線レジストの高解像化

### 第3章 i線ノボラックレジストの概要

1. はじめに
2. ノボラック・DNQ型レジストの組成と像形成機構
3. 高解像度化の指針
  - 3.1 コントラスト
  - 3.2 表面難溶化層
  - 3.3 透明性の向上
  4. ノボラック樹脂の設計
    - 4.1 ノボラック樹脂の因子と高解像度化
    - 4.2 「石垣モデル」と添加物の効果
    - 4.3 二次構造を制御した新規ノボラックの分子設計
  5. 感光剤の設計
    - 5.1 g線レジスト用感光剤
    - 5.2 i線レジスト用感光剤の設計指針
    - 5.3 i線レジスト用感光剤の分子設計
6. おわりに

### 第4章 ノボラックレジストの材料開発

#### 第1節 分子量分布の影響

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 レジストの調製
  - 2.2 溶解速度の測定
  - 2.3 ABCパラメータの測定およびPROLITHを用いたパターン形状の評価
3. 実験結果
  - 3.1 分子量分布の溶解特性への影響
  - 3.2 分子量分布のパターン形状への影響

#### 第2節 感光剤の影響

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 レジストの調製
  - 2.2 現像特性の評価
  - 2.3 感光パラメータの評価
3. 実験結果
  - 3.1 現像特性
  - 3.2 感光パラメータ
4. まとめ

#### 第3節 プリベーク温度の影響

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 材料
  - 2.2 レジスト薄膜作製・露光
  - 2.3 レジスト現像アナライザを用いた現像特性の解析
  - 2.4 ノボラック系ポジ型レジストの感光パラメータの評価
  - 2.5 レジストの化学構造と残留溶媒量の評価
3. 実験結果
  - 3.1 プリベーク温度の異なるノボラック系ポジ型レジストのSwing Curve
  - 3.2 プリベーク温度とレジストの感光(ABC)パラメータおよび化学構造との関係
  - 3.3 プリベーク温度とレジスト中の残留溶媒量との関係
4. まとめ

#### 第4節 現像温度の影響

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 材料
  - 2.2 レジスト現像アナライザによるレジスト感度、溶解速度の評価
  - 2.3 Prolithを用いたシミュレーションによるレジスト解像度の評価
  - 2.4 レジストの光透過率の測定
3. 実験結果
  - 3.1 現像温度の異なるノボラック系ポジ型レジストのSwing Curve
  - 3.2 現像温度の異なるノボラック系ポジ型レジストの溶解速度
  - 3.3 ノボラック系ポジ型レジストの露光後の光透過率
  - 3.4 現像温度の異なるノボラック系ポジ型レジストにおけるPROLITHによる解像度シミュレーション
4. まとめ

#### 第5節 分子量分布のタンデム構造と高解像化(1)

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 タンデム型樹脂の制作ステップ
  - 2.2 分画樹脂の製作
  - 2.3 フェノールの添加
  - 2.4 レジストの構成とPACの添加量の検討
3. 実験および結果
  - 3.1 フェノール添加量の検討
  - 3.2 溶解速度曲線の検討
  - 3.3 シミュレーションの検討
  - 3.4 パターニングの検討
4. まとめ

#### 第6節 分子量分布のタンデム構造と高解像化(2)

1. はじめに
2. 実験方法
  - 2.1 タンデム型樹脂の制作ステップ
  - 2.2 極大分画樹脂の製作
  - 2.3 フェノールの添加
3. 実験結果

- 3.1 現像速度曲線の検討
- 3.2 シミュレーションの検討
- 3.3 DOP の比較
- 3.4 パターニングの比較
4. まとめ

## 第5章 ノボラックレジストの分析技術

### 第1節 ノボラック系ポジ型レジストの有機組成分析

1. はじめに
2. 有機組成分析
3. ノボラック系ポジ型レジスト材料の組成分析
  - 3.1 試料
  - 3.2 前処理
  - 3.3 測定手法
  - 3.4 解析結果
4. まとめ

### 第2節 GPC 法による分子量分布測定

1. GPC 法の測定原理
2. ノボラック樹脂の GPC 測定
3. 異なる溶媒を使用して測定したサンプル樹脂(ノボラック)の平均分子量、分子量分布の違い
4. サンプル樹脂(ノボラック)の光散乱法による絶対分子量測定
5. 樹脂単体と混合試料の分子量分布

### 第3節 レジスト膜の分析

1. レジスト膜の分析について
2. FT-IR によるレジスト膜の構造解析
  - 2.1 FT-IR の原理と測定モード
  - 2.2 露光・PEB プロセスによる化学構造変化
  - 2.3 精密斜め切削法によるレジストの深さ方向分析
3. TOF-SIMS によるレジスト膜の反応挙動解析
  - 3.1 TOF-SIMS の原理と測定モード
  - 3.2 GCIB エッチングを併用した TOF-SIMS によるノボラックレジストの分析
4. まとめ

### 第4節 リソグラフィ・シミュレーションを利用したノボラックレジストの分析

1. VLES の概要
2. VLES 法のための評価ツール
  - 2.1 露光ツール(UVES および ArFES システム)
  - 2.2 現像解析ツール(RDA)
    - 2.2.1 測定原理
    - 2.2.2 現像速度を利用した感光性樹脂の現像特性の評価
3. リソグラフィシミュレーションを利用したプロセスの最適化(1)
  - 3.1 シングルシミュレーション
  - 3.2 CD Swing Curve
  - 3.3 Focus-Exposure Matrix
  - 3.4 シミュレーションによる感光性樹脂の評価
4. リソグラフィシミュレーションを利用したプロセスの最適化(2)
  - 4.1 ウェハ積層膜の最適化
  - 4.2 光学結像系の影響の評価
  - 4.3 OPC の最適化
  - 4.4 プロセス誤差の影響予測と LER の検討
5. まとめ

## 第6章 レジスト剥離技術

1. はじめに
2. 一般的なレジスト剥離技術
  - 2.1 薬液方式
  - 2.2 アッシング方式
3. 湿潤オゾンを用いた環境にやさしいレジスト剥離技術
  - 3.1 オゾン水と湿潤オゾンとの違い
  - 3.2 実験装置の構成および実験条件
  - 3.3 結果と考察
4. 環境にやさしいレジスト剥離技術(水素ラジカル方式)
  - 4.1 水素ラジカルの生成方法
  - 4.2 実験装置の構成および実験条件
    - 4.2.1 レジスト実験装置・条件
    - 4.2.2 レジスト膜の熱収縮率の測定
    - 4.2.3 異なる水素分圧下におけるレジスト除去速度の測定
    - 4.2.4 異なる基板温度、フィラメント温度におけるレジスト除去速度の測定
  - 4.3 結果と考察
    - 4.3.1 レジスト膜収縮の追加ベーク温度・時間依存性
    - 4.3.2 レジスト除去速度の水素分圧依存性
    - 4.3.3 レジスト除去速度の基板温度依存性
5. まとめ

## 第7章 ノボラックレジストの応用とトラブルシューティング

1. はじめに
2. レジスト性能向上材料・プロセス
  - 2.1 PEB(露光後ベーク)
  - 2.2 表面難溶化層形成法
  - 2.3 CEL(コントラスト増強)法
  - 2.4 TARC(レジスト上層反射防止膜)法
    - 2.4.1 TARC による反射防止効果
    - 2.4.2 TARC による欠陥低減効果
    - 2.4.3 一般的な TARC 組成および基本的な性能要求
  - 2.5 BARC(レジスト下層反射防止膜)法
    - 2.5.1 BARC による反射率低減効果
  - 2.6 パターン縮小法
    - 2.6.1 パターン縮小(RELACS)プロセス
    - 2.6.2 RELACS を使用したパターンニング例
    - 2.6.3 RELACS とサーマルフロー
3. レジストプロセスでのトラブルシューティング
  - 3.1 レジストパーティクル
  - 3.2 レジスト感度の変動
  - 3.3 レジストと基板との接着性
    - 3.3.1 接着性に影響を及ぼす要素
    - 3.3.2 表面自由エネルギー(基板表面へのぬれ性)
    - 3.3.3 表面自由エネルギーに関して塗布時に不良を発生する例。
    - 3.3.4 基板との接触面積
    - 3.3.5 塗布膜中の内部応力
    - 3.3.6 SiO<sub>2</sub> 基板上での現象
    - 3.3.7 接着性の改善処理

## 第8章 最後に

1. はじめに
2. GCA 社の歴史
3. GCA 社ステップAの開発の歴史
4. 各ステップメーカーの歩み

5. ステップの登場と定在波効果
6. 最後に