

# 「UV 硬化技術の基礎と硬化不良対策」 目次

## 第1章 UV 硬化の種類と特徴

1. はじめに～“UV 硬化技術とはどんな技術か、なぜ興味もたれるか”
2. UV ラジカル硬化
  - 2.1 光源と開始剤
  - 2.2 深部光硬化
  - 2.3 UV 硬化における光の有効利用法
  - 2.4 UV 硬化物の硬さと軟らかさの制御
  - 2.5 UV ラジカル硬化における課題と対策
  - 2.6 チオール・エン UV 硬化
3. UV カチオン硬化
4. UV アニオン硬化
5. 最近の話題
  - 5.1 UV-LED の話題と課題
  - 5.2 Dual (二方式) 硬化の現状と展望
6. おわりに

## 第2章 UV 硬化樹脂

### 第1節 モノマー、オリゴマーの種類・特性と設計

1. はじめに
2. アクリレートモノマー
3. アクリレートオリゴマー
  - 3.1 ウレタンアクリレート
  - 3.2 エポキシアクリレート
  - 3.3 ポリマーアクリレート
  - 3.4 ポリエステルアクリレート
4. デンドリマー・ハイパーブランチアクリレート
5. 有機・無機ハイブリッド材料
6. 非アクリレート系材料
  - 6.1 マレイミド
  - 6.2 チオール化合物
7. 光カチオン重合系材料
  - 7.1 脂環式エポキシ
  - 7.2 オキセタン
  - 7.3 ビニルエーテル
8. おわりに

### 第2節 光重合開始剤・増感剤等

#### 第1項 光重合開始剤の種類と特徴

1. はじめに
2. 光重合開始剤と光硬化組成物
3. 光重合開始剤への要求特性と選定の仕方
4. 光重合開始剤の種類と特徴1ーラジカル型光重合開始剤
  - 4.1 アセトフェノン型光重合開始剤の種類と特徴
  - 4.2  $\alpha$ -アミノアセトフェノンの分光増感反応の利用
  - 4.3 アシルフォスフィンオキサイド型光重合開始剤
  - 4.4 O-アシルオキシム型光重合開始剤
  - 4.5 2分子反応型光重合開始剤ー分子間水素引き抜き型光重合開始剤

5. 光重合開始剤の種類と特徴2ーカチオン型光重合開始剤
  - 5.1 カチオン型光重合開始剤の構造および光酸発生機構

- 5.2 カチオン型光重合開始剤の感光特性および増感反応

6. おわりに
- #### 第2項 増感剤の特徴と評価方法・応用例
1. 緒言
  2. アントラキユアーの特徴
  3. 増感剤の評価方法
  4. ラジカル重合
    - 4.1 深部層への UVS-581 の添加効果 (Photo DSC)
    - 4.2 最表面層への UVS-581 の添加効果 (Real-time FTIR)
  5. カチオン重合
  6. ハイブリッド重合
  7. 新たな取り組み
  8. 結言

#### 第3項 光塩基発生剤を用いた UV アニオン硬化

1. 概要
  - 1.1 はじめに
  - 1.2 PBG が得意とする重合系
2. PBG で促進できる反応
  - 2.1 連鎖重合反応
  - 2.2 逐次重合反応
  - 2.3 結合切断反応
  - 2.4 異性化反応
  - 2.5 酸の中和
3. PBG の種類
4. UV アニオン硬化
  - 4.1 エポキシ・チオール系
  - 4.2 イソシアネート・チオール系
  - 4.3 エポキシ・カルボン酸系、およびエポキシ・フェノール系
  - 4.4 シラノール樹脂
  5. ラジカルと塩基を併用する応用事例
    - 5.1 チオール・エン反応とシラノールの重縮合を組み合わせた UV 硬化
    - 5.2 アクリレートの光潜在化 Redox フロント重合
6. おわりに

## 第3章 UV 照射装置の種類と選択

### 第1節 UV 硬化装置の種類と特徴

1. はじめに
2. UV の基礎技術
  - 2.1 光エネルギー
  - 2.2 UV 光源からの UV 量 (エネルギー)
3. UV 硬化装置
  - 3.1 UV 光源
  - 3.2 照射器
  - 3.3 電源装置
4. 大面積化・均一硬化について
5. おわりに

### 第2節 UV-LED 照射装置と照射プロセスの最適化

1. はじめに
2. UV-LED 装置の概要
  - 2.1 UV-LED の発光原理
  - 2.2 UV-LED の発光波長
  - 2.3 UV-LED の装置
3. UV-LED 照射プロセス

- 3.1 UV-LEDの発光波長と光開始剤のマッチング
- 3.2 赤外線を用いたUV-LEDの照射プロセスによる硬化反応の高効率化
- 4. おわりに

## 第4章 UV硬化における硬化不良と対策

### 第1節 UV硬化における不良原因と対策

- 1. はじめに
  - 1.1 UV硬化の概要
  - 1.2 UV硬化の形式
- 2. UV硬化の構成成分
  - 2.1 UV硬化の構成成分
  - 2.2 光重合開始剤
  - 2.3 モノマー、オリゴマー、プレポリマー
  - 2.4 ラジカル発生とポリマー化
- 3. UV硬化の課題と対策
  - 3.1 はじめに
  - 3.2 酸素による硬化阻害
  - 3.3 硬化収縮
  - 3.4 UV硬化過程で生じる臭い
- 4. おわりに

### 第2節 光が届かない部分の硬化

- 1. はじめに
- 2. エン・チオール反応とは
- 3. チオール化合物の複雑な反応
- 4. エン・チオール反応のUV硬化挙動
- 5. モノマー構造によるUV硬化挙動への影響
- 6. モノマー構造による熱硬化挙動への影響
- 7. 顔料含有UV硬化組成物の硬化
- 8. チオール化合物とエポキシ樹脂の混合組成物の硬化
- 9. 密着強度
- 10. 機械的特性
- 11. 熱的特性
- 12. おわりに

## 第5章 UV硬化における硬化率測定と分析・評価

### 第1節 UV硬化樹脂の硬化過程のFT-IR測定

- 1. UV硬化樹脂の硬化過程の測定法
- 2. FT-IR法の概要
- 3. FT-IRにおける3つの試料光学系
- 4. FT-IR用の透過型水平試料光学系
- 5. 吸光スペクトルの変化
- 6. 官能基の反応率
  - 6.1 反応率の計算法
  - 6.2 紫外線の照射時間と反応率
  - 6.3 紫外線の照度と反応率
- 7. まとめ

### 第2節 光DSC法によるUV硬化樹脂の硬化率測定

- 1. はじめに
- 2. 光DSC装置
  - 2.1 概要
  - 2.2 2つの硬化率測定法
- 3. 外部硬化法による硬化率測定
  - 3.1 測定手順
  - 3.2 補正・確認の必須事項

- 3.3 測定事例
- 4. 吸熱の影響
  - 4.1 概要
  - 4.2 吸熱分の補正
- 5. DSC装置の光DSC装置化
  - 5.1 方法
  - 5.2 実施例
- 6. おわりに

### 第3節 蛍光測定による硬化挙動の解析

- 1. はじめに
- 2. 装置
- 3. 原理
- 4. 分析手法との比較
- 5. 運用例
  - 5.1 スマートフォン
  - 5.2 多層フィルム
  - 5.3 医療器具
- 6. まとめ