

「半導体パッケージの最新技術動向と半導体封止材の設計・評価技術」 目 次

第1章 半導体デバイス

1. 集積回路 (IC : Integrated Circuit)
 - 1.1 ロジック
 - 1.2 メモリー
 - 1.3 アナログ
2. IC 以外
 - 2.1 オプト
 - 2.2 パワー
 - 2.3 センサー

参考文献

第2章 半導体パッケージ

1. IC パッケージ
 - 1.1 デバイスが搭載される基材
 - 1.2 基材との電氣的接続
 - 1.2.1 ワイヤーボンド
 - 1.2.2 フリップチップ
 - 1.2.3 ウェハーレベル
 - 1.3 マザーボードとの接続
 - 1.4 IC パッケージの進化
2. IC パッケージの成型法
 - 2.1 ワイヤーボンドパッケージ
 - 2.1.1 トランスファー成型
 - 2.1.2 コンプレッション成型
 - 2.1.3 ダム&フィル
 - 2.1.4 グローブトップ
 - 2.1.5 印刷法
 - 2.2 フリップチップパッケージ
 - 2.2.1 プレスバンプ (NCP/NCF) (先供給タイプ)
 - 2.2.2 ノンフローアンダーフィル (NFUF) (先供給タイプ)
 - 2.2.3 キャピラリーアンダーフィル (CUF) (後供給タイプ)
 - 2.2.4 モールドアンダーフィル (MUF) (後供給タイプ)
 - 2.3 ウェハーレベルパッケージ
 - 2.3.1 FI-WLP (Fan-in Wefer Level Package)
 - 2.3.2 FO-WLP (Fan-out Wefer Level Package)

参考文献

第3章 半導体封止材

1. 半導体封止材の原料
 - 1.1 エポキシ樹脂
 - 1.1.1 耐熱性エポキシ樹脂
 - 1.1.2 柔軟性エポキシ樹脂
 - 1.1.3 低分子エポキシ樹脂
 - 1.2 硬化剤
 - 1.2.1 アミン系硬化剤
 - (1) 脂肪族アミン
 - (2) 芳香族アミン
 - 1.2.2 酸無水物
 - 1.2.3 フェノール系硬化剤
 - 1.2.4 潜在性硬化剤
 - 1.2.5 UV 硬化剤

- 1.3 添加剤
 - 1.3.1 シランカップリング剤
 - 1.3.2 消泡剤
 - 1.3.3 分散剤
 - 1.3.4 無機フィラー
 - 1.3.5 応力緩和剤
 - 1.3.6 顔料
- 1.4 原料起因の不具合例
 - 1.4.1 硬化剤 (酸無水物) の吸湿
 - 1.4.2 硬化剤 (アミン) の吸湿
 - 1.4.3 酸無水物からの炭酸ガスの発生
 - 1.4.4 粉体原料の凝集
 - 1.4.5 金属不純物による反応性のばらつき
 - 1.4.6 低分子シロキサンによる接点障害
2. 封止材の要求特性
 - 2.1 IC パッケージ共通
 - 2.1.1 耐湿性
 - 2.1.2 耐熱性
 - 2.1.3 高接着性
 - 2.1.4 低応力特性
 - 2.1.5 高純度
 - 2.2 厚物パッケージ
 - 2.2.1 難燃性
 - 2.3 ワイヤタイプ
 - 2.3.1 作業性
 - 2.4 フリップチップ
 - 2.4.1 作業性
3. IC 封止材の設計
 - 3.1 耐湿性
 - 3.2 耐熱性
 - 3.3 高接着性
 - 3.4 低応力特性
 - 3.4.1 低熱膨張
 - 3.4.2 低弾性
 - 3.5 高純度
 - 3.5.1 イオン性不純物
 - 3.5.2 放射性不純物
 - 3.6 難燃性
 - 3.7 作業性
 - 3.7.1 チクソ性
 - 3.7.2 狭ギャップフロー性
 - 3.7.3 シート化
4. パワーデバイス封止材
 - 4.1 パワーデバイスとは
 - 4.2 パワーデバイス向け封止材の要求特性
 - 4.3 パワーデバイス封止材の設計
 - 4.3.1 熱エージング特性
 - (1) ビスマレイミド
 - (2) ベンゾオキサジン
 - (3) シアネートエステル
 - 4.4 パワーデバイス向け封止材の製品特性
5. 封止材の製造
 - 5.1 製造設備
 - 5.1.1 アキシシャルミキサー (固形封止材)
 - 5.1.2 二軸混練押出機 (固形封止材)
 - 5.1.3 クラッシャー (固形封止材)

- 5.1.4 タブレットプレス（固形封止材）
- 5.1.5 プラネタリーミキサー（液状封止材）
- 5.1.6 トリミックス（液状封止材）
- 5.1.7 横型ニーダー（液状封止材）
- 5.1.8 三本ロール（液状封止材）
- 5.1.9 自転・公転ミキサー（液状実験用サンプル）
- 5.1.10 シリンジ充填装置（液状封止材）

5.2 製造工程

- 5.2.1 固形封止材
- 5.2.2 液状封止材
 - (1) 製品の製造工程
 - (2) ベース製造工程
 - (3) 固練り工程
 - (4) シリンジ充填工程
- 5.2.3 シート封止材

参考文献

第4章 封止材の評価

- 1. 外観
- 2. 作業性
 - 2.1 流動性
 - 2.1.1 スパイラルフロー
 - 2.1.2 粘度
 - 2.1.3 レオメーター
 - 2.1.4 グローブハイト
 - 2.1.5 ギャップフロー
 - 2.2 反応性
 - 2.2.1 ゲルタイム
 - 2.2.2 イオン粘度
 - 2.2.3 反応率
- 3. 熱特性
 - 3.1 ガラス転移温度（ T_g ）（可逆的耐熱性）
 - 3.2 熱分解温度（不可逆的耐熱性）
 - 3.3 熱伝導率
 - 3.3.1 ホットディスク法
 - 3.3.2 レーザーディスク法
- 4. 耐湿特性
 - 4.1 吸水率
- 5. 機械特性
 - 5.1 熱膨張係数
 - 5.2 弾性率
 - 5.3 ダイシェアー強度
 - 5.4 破壊靱性
- 6. 電気特性
 - 6.1 体積抵抗率
 - 6.2 誘電率・誘電正接
 - 6.2.1 容量法（ $\sim 1\text{GHz}$ ）
 - 6.2.2 ライン共振法（ $1\text{--}15\text{GHz}$ ）
 - 6.2.3 空洞共振法（ $1\text{--}40\text{GHz}$ ）
- 7. 不純物
 - 7.1 イオン性不純物
 - 7.1.1 滴定法
 - 7.1.2 原子吸光法
 - 7.1.3 イオンクロマトグラフィー法
 - 7.2 放射性不純物
- 8. パッケージ適正
 - 8.1 はんだリフロー性（MSL）

- 8.1.1 吸湿条件
- 8.1.2 超音波探査装置（SAT）による剥離の確認
- 8.2 耐湿性（PCT, YHB）
 - 8.2.1 吸湿条件
 - 8.2.2 イオンマイグレーション
- 8.3 ヒートサイクル性（TCT）

参考文献

第5章 半導体封止材の今後

- 1. 先端パッケージング技術
 - 1.1 2.1D パッケージ
 - 1.2 2.3D パッケージ
 - 1.3 2.5D パッケージ
 - 1.4 3D パッケージ
- 2. 先端パッケージの封止技術
 - 2.1 キャリアの大判化
 - 2.1.1 生産性
 - 2.1.2 反り
 - 2.1.3 フロアマークの問題
- 3. 高周波対応
 - 3.1 伝送損失
 - 3.2 化学構造と誘電特性
 - 3.3 低誘電のための材料技術
 - 3.3.1 PPE を硬化剤としたエポキシ樹脂
 - 3.3.2 エポキシ樹脂への剛直な骨格の導入
 - 3.3.3 分岐アルキル型エポキシ樹脂
 - 3.3.4 活性エステル
 - 3.4 低誘電封止材の開発
 - 3.4.1 低誘電 NCF
 - 3.4.2 低誘電 SMC
- 4. 熱対策
 - 4.1 熱伝導の仕組み
 - 4.2 熱伝導のための材料技術
 - 4.2.1 セラミックファイラー
 - (1) アルミナ
 - (2) 窒化ホウ素
 - (3) 窒化アルミ
 - 4.2.2 熱伝導高分子
 - 4.3 高熱伝導封止材の開発
- 5. 省電力対策
 - 5.1 リフロー温度の低温化
 - 5.2 光電融合
 - 5.2.1 取り組み
 - 5.2.2 パッケージ
 - 5.2.3 接続
 - (1) 光ファイバーと光導波路
 - (2) ポリマー光導波路と PIC
 - (3) PIC と EIC (Electronic IC)
 - 5.2.4 変調
 - 5.2.5 期待される有機材料
 - (1) 封止材
 - (2) ポリマー光導波路
 - (3) E0 ポリマー
 - (4) ミラー

参考文献

謝辞