

「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 基材との電気的接続

1.2.1 ワイヤーボンド

1.2.2 フリップチップ

1.2.3 ウエハーレベル

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 トランスマルチチップ

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 ウエハーレベルパッケージ

2.3.1 FI-WLP (Fan-in Wafer Level Package)

2.3.2 FO-WLP (Fan-out Wafer 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 ワイヤータイプ

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 狹ギャップフロー性

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 (Tg) (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 弹性率
 - 5.3 ダイシェア一強度
 - 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 (1-15GHz)
 - 6.2.3 空洞共振法 (1-40GHz)
 - 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 フローマークの問題
 - 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 セラミックフィラー
 - (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) EO ポリマー
 - (4) ミラー
 - 参考文献
 - 謝辞