

「接着・接合の支配要因と最適化技術」目次

第1章 接着・接合・密着の支配要因とメカニズム

1 表面・接着界面における高分子鎖の状態の接着強度への影響

1. はじめに
2. 高分子の表面構造・状態
 - 2.1 表面からの界面の形成過程
 - 2.2 難接着非相溶高分子間の接着
3. 表面組成変化と接着
4. おわりに

2 電子顕微鏡による高分子/高分子、高分子/金属接着界面の見える化とメカニズム解析

1. 接着界面とは
2. 電子顕微鏡の原理
3. TEM、STEMにより接着界面を観察するための試料作製法
4. 高分子接合界面の分子鎖絡み合い効果
5. 金属/高分子界面の解析
6. 最後に

3 接着・接合部の形状と応力発生メカニズム

1. はじめに
2. 重ね合せ接着継手の応力と変形挙動
 - 2.1 単純重ね合せ継手
 - 2.2 スカーフ継手
 - 2.3 段付き重ね合せ継手
3. 円筒突合せ接着継手の応力と変形挙動
4. 軸と円筒のはめ合せ接着の応力と変形挙動
5. まとめ

4 接着剤による異種材料接着技術:熱膨張係数制御と、弾性係数調整

1. はじめに
2. 異種材接着
3. 1液熱硬化形エポキシ樹脂系接着剤
4. 弾性接着剤
5. 変成シリコーン樹脂系接着剤
6. 自動車構造用として熱硬化におけるひずみ吸収
7. 最後に

5 接着接合継手の疲労特性に及ぼす被着体表面処理と平均荷重の影響

1. はじめに
2. 供試材および試験条件
3. 試験結果
 - 3.1 引張試験
 - 3.2 疲労試験
4. 破断部の観察結果および考察
5. おわりに

6 やわらかい粘弾性体の粘着・剥離現象

1. はじめに
2. 粘着・剥離現象
 - 2-1 粘着とは?剥離とは?
 - 2-2 粘着剤とは?
3. 粘着・剥離のキャラクターゼーション
4. 粘着・剥離のモデリング

5. おわりに

7 ウレタン系接着剤の接着メカニズムと評価方法

1. はじめに
2. ウレタン系接着剤の特徴
 - 2.1 ウレタン系接着剤とは
 - 2.2 イソシアネートの反応
 - 2.3 接着剤の基材による特徴
 - 2.4 ウレタン系接着剤の分類
3. ウレタン系接着剤の配合設計
 - 3.1 ダイレクトグレージング材とは
 - 3.2 ダイレクトグレージング材の配合設計例
 - 3.2.1 ウレタンプレポリマー
 - 3.2.2 カーボンブラック
 - 3.2.3 可塑剤
 - 3.2.4 触媒
4. ウレタン系接着剤の接着メカニズム
 - 4.1 ガラスとの接着
 - 4.2 塗装面との接着
 - 4.3 接着不良を起こさないための配合上の留意点
5. ウレタン系接着剤の評価方法
 - 5.1 自動車における接着評価の基本的な考え方
 - 5.2 ダイレクトグレージング材の標準的な接着性評価
 - 5.3 ダイレクトグレージング剤の評価条件
6. 最後に

8 ヒートシールする各種高分子と接合のメカニズム

1. 高分子材料の基礎
 - 1.1 ヒートシールする高分子材料とは
 - 1.2 ガラス転移
 - 1.3 高分子の結晶化
2. 各種高分子のヒートシール技術
 - 2.1 ヒートシールの基本
 - 2.2 ヒートシールに適する高分子材料:結晶化しやすい高分子
 - 2.3 ヒートシールの難しい高分子材料:結晶化しない高分子
 - 2.4 ヒートシールの難しい高分子材料:結晶化しにくい高分子
 - 2.5 ヒートシールと結晶化度
 - 2.6 ヒートシールのメカニズムの多様性

9 レーザ樹脂溶着の原理、メカニズムと適用事例

1. はじめに
2. 自動車の軽量化と材料の変遷
3. 樹脂材料のレーザー溶着技術
4. 樹脂溶着適用時の注意点
 - 4.1 樹脂材料の物性:レーザー光の透過性
 - 4.2 入熱量の適正化
 - 4.3 溶着部の密着性の確保
5. レーザ樹脂溶着におけるレーザー照射方式
6. レーザ樹脂溶着の適用事例
 - 6.1 樹脂インテークマニホールド
 - 6.2 高圧水素タンク
 - 6.3 バックドア
 - 6.4 各種センサー、医療機器、他

7. 樹脂溶着の最新動向 樹脂と金属のレーザー溶着技術
8. 今後の課題と展望

10 金属と樹脂のレーザー接合における接合メカニズムと接合強度の支配要因

1. はじめに
2. レーザ接合の概要
 - 2.1 接合原理
 - 2.2 アルミニウムとアクリルの接合例
 - 2.3 接合面の微細構造
 - 2.4 局所的な到達温度と樹脂流入深さの関係
3. 樹脂の流入深さと接合強度の関係
 - 3.1 実験方法
 - 3.2 樹脂の流入深さと接合強度の関係
4. 微細孔の面積割合と接合強度の関係
 - 4.1 微細孔直径と接合強度の関係
 - 4.2 微細孔面積割合と接合強度の関係
 - 4.3 破断面の観察
5. おわりに

11 射出成形による樹脂/金属の接合技術とその接合メカニズム

1. はじめに
2. 金属と樹脂の射出成形接合とは
3. 金属と樹脂の射出成形接合技術の現状
 - 3.1 金属/樹脂の分子間相互作用の向上
 - 3.2 金属・樹脂接合部の凹凸形成による接触面積増大
 - 3.3 金属・樹脂接合部へのアンカー効果機構の導入
4. 射出成形接合試験片の評価試験方法
5. おわりに

12 めっきの密着性に及ぼす影響因子と密着性向上

1. はじめに
2. めっきの種類と析出金属
3. めっきの特徴およびめっき皮膜の特性
4. めっき素材の性状
5. めっき膜の結合状態と前処理
 - 5.1 各種材料へのめっき前処理
 - 5.1.1 アルミニウムおよびマグネシウムへのめっき前処理
 - 5.1.2 プラスチックへのめっき
6. おわりに

13 電子材料における接着・接合技術と密着不良、界面破壊、剥離対策

1. はじめに
2. BGA 接続技術
3. 鉛フリーはんだ技術
4. はんだバンプの接着・接合試験
5. おわりに

14 高温高湿環境下における樹脂/金属接着界面の劣化メカニズムと信頼性評価

1. はじめに
2. 評価方法
3. 評価結果および考察
 - 3.1 銅/樹脂接合体の引張強度に及ぼす高温高湿時効の影響
 - 3.2 破面観察結果

- 3.3 FT-IR 測定結果
- 3.4 銅/樹脂界面の寿命評価
4. まとめ

第2章 接着・接合の測定・評価

15 接着強さ測定において誤解しやすい基礎的事項

1. はじめに
2. 接着技術に関する用語
 - 2.1 「接着力」、「凝集力」、「接着強さ」
 - 2.2 「接着破壊」、「凝集破壊」、「被着材破壊」
 - 2.2.1 「接着破壊」
 - 2.2.2 「凝集破壊」
 - 2.2.3 「被着材破壊」
3. 測定結果の記録方法
4. おわりに

16 接着界面を評価するための分析手法

1. はじめに
2. 接着に関する表面・界面分析について
3. 接着界面の状態を把握するための最新分析手法
 - 3.1 GCIB-TOF-SIMS による接合界面の深さ方向分析
 - 3.2 AFM-IR による接合断面からの化学構造解析
 - 3.3 接着界面の非破壊形態観察
4. おわりに

17 粘弾性測定による粘着剤の粘着性・剥離性の評価

1. はじめに
2. 粘弾性とは
3. 粘弾性測定とその評価装置
 - 3.1 粘弾性測定装置
 - 3.2 粘弾性測定の概要
4. 粘着材の評価事例
 - 4.1 温度・時間分散測定を用いた2液混合樹脂の硬化過程
 - 4.2 周波数分散測定による粘着特性(タック性)と剥離特性(ピール性)の評価
5. おわりに

18 粘着テープのバルク特性に着目したはく離強度評価

1. はじめに
2. 粘着剤が被着体との界面に生じる結合力
3. ピール試験によるはく離性能評価
 - 3.1 はく離力とはく離エネルギーの関係
 - 3.2 粘着剤層とテープ基材の変形がはく離エネルギーに及ぼす影響
 - 3.3 ピール試験の粘着剤層・テープ基材の厚さ依存性と課題
4. プローブタック試験によるはく離性能評価
5. ピール試験とプローブタック試験の関係
6. はく離性能評価における今後の展望

19 厚みのある材料の接着接合部を対象とする電磁非破壊評価

1. はじめに
2. 接着接合部の欠陥と非破壊試験法
3. 電磁パルス音響探傷試験の原理
4. プラスチック/金属接着接合部における剥離の検出事例
5. おわりに

20 接着に関するひずみ分布の応力発光可視化

1. 緒言
2. 応力発光技術 -動的ひずみ情報の“見える化”技術-
3. 新原理による接着不良部の可視検出 -キッキングボンド検出を目指して-
4. 接着接合部の国際標準試験の応力発光可視 -機械的挙動、破壊起点、破壊プロセスの深い理解を目指して-
5. 結言

21 半導体デバイス実装品における熱応力評価

1. はじめに
2. 応力評価手法の選択
3. ラマン分光法による応力評価
 - 3.1 ラマン分光法による応力評価の原理
 - 3.2 ワイドバンドギャップ半導体の応力評価
 - 3.3 ラマンスペクトルの温度依存性
4. SiC パワーデバイスの応力評価
 - 4.1 SiC チップの応力温度依存性
 - 4.2 冷熱サイクル試験後の応力変化
5. まとめ

22 電子機器用接着剤の不具合とその解析

1. はじめに
2. 接着原理
 - 2.1 アンカ効果
 - 2.2 吸着
 - 2.3 拡散
3. 接着剤の不具合
 - 3.1 剥離
 - 3.2 ショート, 腐食
 - 3.3 電極表面への影響
4. 不具合解析手法
 - 4.1 フィールド障害時の解析
 - 4.2 開発時の解析
5. 接着剤の不具合解析事例
 - 5.1 フィールド障害時の解析事例
 - 5.2 開発段階での解析事例
6. 結言

23 分析的手法による接着剤の硬化率・硬化挙動の評価方法

1. はじめに
2. DSC 法
 - 2.1 概要
 - 2.2 恒温法の注意点
 - 2.2.1 昇温プログラムの問題
 - 2.2.2 硬化終了の誤解
 - 2.2.3 最適温度の誤解
 - 2.3 昇温法の注意点
 - 2.3.1 昇温速度
 - 2.3.2 硬化時間予測
3. 光 DSC 法
 - 3.1 要
 - 3.2 DSC 装置の光 DSC 化
 - 3.3 注意点
 - 3.3.1 輻射熱
 - 3.3.2 暗反応
4. FT-IR 法
 - 4.1 概要

- 4.2 変動ピーク
 - 4.2.1 アクリル系接着剤
 - 4.2.2 エポキシ系接着剤
 - 4.2.3 シリコン系接着剤

- 4.3 測定
 - 4.3.1 工程
 - 4.3.2 硬化率計算手順
- 4.4 FT-IR 法の注意事項
 - 4.4.1 水蒸気・二酸化炭素による妨害の軽減・除去
 - 4.4.2 しみ込み深さ
 - 4.4.3 試料膜厚の限界
 - 4.4.4 吸光度と透過率
 - 4.4.5 ピーク面積とピーク高さ
 - 4.4.6 反応率と硬化率
5. おわりに

第3章 接着・接合のシミュレーション

24 量子化学計算による接着相互作用の分子論的評価

1. はじめに
2. 接着に関与する分子間相互作用
3. 量子化学計算を用いた金属表面とエポキシ樹脂の接着相互作用解析
 - 3.1 計算手法
 - 3.2 界面接着モデルの構築
 - 3.3 DFT を用いた接着モデルの構造最適化
 - 3.4 アルミニウム表面とエポキシ樹脂の接着力計算
4. 半導体ダイボンディング構造への適用例
 - 4.1 金表面とエポキシ樹脂の理論接着界面
 - 4.2 現実の接着界面との比較
5. おわりに

25 分子シミュレーションでみる高分子接着界面の相互作用と分子の挙動

1. はじめに
2. 界面接着エネルギーの計算
3. 接着界面剥離挙動のシミュレーション
4. おわりに

26 マテリアルズインフォマティクスを用いた材料界面・接着強度の分子シミュレーション

1. 様々な分野における界面接着強度の支配因子と課題
2. DNA 材料との接着性に優れたセラミックス材料を設計する解析モデル
3. 高接着性材料の設計方法
 - 3.1 分子動力学による接着強度解析手法
 - 3.2 直交表による支配パラメータ選定方法
 - 3.3 応答曲面法による最適材料設計方法
4. 最適設計の結果および考察
 - 4.1 接着強度の支配パラメータの選定結果
 - 4.2 最適設計の指針および結果の考察
5. ポリエステル樹脂との接着性に優れた金属材料の設計
6. 結論

27 第一原理計算法による金属/樹脂の接着性評価

1. はじめに
2. 材料開発における計算機シミュレーション
 - 2.1 計算機シミュレーションの概要
 - 2.2 第一原理計算法の概要
3. 計算方法

- 3.1 計算モデルと計算条件
- 3.2 金属と樹脂の相互作用エネルギーの算出方法
- 4. 実験方法
- 5. 計算結果と実験結果
 - 5.1 AlあるいはAl2O3表面上のPE、PP、PA66の相互作用エネルギーと接着強度との関係
 - 5.2 Al2O3表面上のPA66の接着力が高い理由の考察
- 6. おわりに

28 特異応力場の強さに基づく異種接合材料接着層の接合強度の有限要素法解析(ISSF法)

- 1. 異種接合材の応力集中を支配する特異応力場
- 2. ISSFの解析方法
- 3. 破断面とISSF分布の比較

29 金属/樹脂間の水分による接着強度低下に関するシミュレーション技術

- 1. はじめに
- 2. 水分子に促進された硬化エポキシ樹脂の破壊
 - 2.1 アミン系硬化剤で硬化したエポキシ樹脂のモデル
 - 2.2 硬化エポキシ樹脂の化学ボンド破壊におけるバリアエネルギー計算
 - 2.2.1 エーテル基のC-Oボンドの場合
 - 2.2.2 エーテル基のC-Nボンドの場合
- 3. 水分による接着強度の低下に関するハイブリッド量子古典シミュレーション

第4章 異種材料の接着・接合技術と最適化

30 界面反応を利用した異種材料複合化技術と分析方法

- 1. はじめに
- 2. 界面反応を利用した接着・接合技術の一例とそのメカニズム
 - 2.1 「化学結合」による接着・接合
 - 2.1.1 ラジカル反応による接着・接合
 - 2.1.2 イオン反応による接着・接合
 - 2.2 「水素結合」による接着・接合
- 3. 粉体塗装を利用した金属-プラスチックの接着複合化とシミュレーション
- 4. 接着・接合技術とアプリケーション
- 5. おわりに

31 ウェットプロセスを用いた高分子材料表面の改質と無機物との複合化・接着

- 1. はじめに
- 2. 高分子の材料の表面修飾を介した無機複合化
 - 2.1 一般的な高分子材料の表面修飾法
 - 2.2 表面選択的な加水分解を利用した方法
 - 2.3 タンパク質やペプチドを利用した方法
- 3. 高分子材料と無機および金属材料との接着
- 4. おわりに

32 表面改質によるLCP、フッ素、COP樹脂へのダイレクトめっき、接着剤レス・ダイレクト接合技術

- 1. はじめに
- 2. 背景及び目的
 - 2.1 背景
 - 2.2 目的
- 3. 検討方法
 - 3.1 フッ素(FEP, PTFE)フィルム、LCPフィルムの表面改質

質処理

- 3.2 フッ素、LCP、COP、PIフィルムへのダイレクト銅めっき
- 3.3 FEPフィルム、LCPフィルム、銅(Cu)箔への直接貼り合わせ
- 3.4 特性評価
- 4. 結果及び考察
 - 4.1 フッ素フィルムの表面改質及びめっき
 - 4.1.1 フッ素フィルムの表面改質
 - 4.1.2 フッ素フィルムへのダイレクト銅めっき
 - 4.2 LCPフィルムのプラズマ表面改質及びダイレクトめっき
 - 4.3 COPフィルムのプラズマ表面改質及びめっき
 - 4.4 ポリイミドフィルムのプラズマ表面改質及びめっき
 - 4.5 FEPフィルム、LCPフィルム、銅(Cu)箔のダイレクト貼り合わせ(接合)
 - 4.6 ダイレクト貼り合わせの信頼性試験
 - 4.7 多層膜の直接貼り合わせ
- 5. まとめ

33 二酸化塩素光酸化を用いたプラスチック表面改質技術と金属との異種材料接着

- 1. はじめに
- 2. 二酸化塩素光酸化によるプラスチックの表面改質
- 3. 表面改質プラスチックと金属との異種材料接着
- 4. 表面酸化プラスチックへのメッキ技術
- 5. おわりに

34 接着・接合下地を目的としたアルミニウム合金の表面処理技術

- 1. はじめに
- 2. Al合金の化学的粗面化技術
- 3. Al合金-樹脂一体成形品の接合強度評価
- 4. Al合金-樹脂一体成形品の耐久性
 - 4.1 熱衝撃試験
 - 4.2 塩水噴霧試験
- 5. おわりに

35 金属-樹脂インサート成形接合の接合メカニズムと接合技術の最適化

- 1. 緒言
- 2. 接合実験方法と評価方法
- 3. 樹脂充填と接合強度
 - 3.1 成形接合と樹脂充填
 - 3.2 充填深さとアンカー効果
 - 3.3 密着性とアンカー効果
 - 3.4 成形接合と樹脂充填のまとめ
- 4. 表面の化学状態の影響
 - 4.1 化学状態の異なる金属片の準備
 - 4.2 化学的相互作用の影響
- 5. 結言

36 ナノモールディングテクノロジーによる金属と有機材料(樹脂)の高強度接合技術

- 1. はじめに
- 2. ナノモールディングテクノロジーとは
 - 2.1 ナノモールディングテクノロジー(以下NMTと表記)前処理工程

- 2.2 射出成形工程
- 3. NMT 接合強度及び界面近傍観察
 - 3.1 NMT 接合強度
 - 3.2 界面近傍観察
- 4. NAT(Nano Adhesion Technology)とは
 - 4.1 NAT 接着接合特性
 - 4.2 NAT 接着接合物 環境試験(高温高湿試験)
 - 4.3 NAT 金属+CFRTP 熱プレス接合
- 5. 鉄鋼への粗面化鍍金による、金属/樹脂接合
 - 5.1 Ni/CNT 粗面化鍍金(CNT(カーボンナノチューブ)複合鍍金)
 - 5.2 粗面化Cu 鍍金
- 6. 今後の展開

37 ナノ界面接合技術による Al/樹脂、CFRP の接合メカニズムと強度評価

- 1. はじめに
- 2. 試験材料
- 3. アルミニウム合金の表面処理
 - 3.1 微細凹凸構造の作製
 - 3.2 シランカップリング処理
- 4. 接合方法および試験方法
 - 4.1 引張せん断試験
 - 4.2 破壊靱性試験
- 5. 試験結果

- 5.1 引張せん断試験
- 5.2 破壊靱性試験
- 6. 破面観察
- 7. まとめ

38 非銀系接合材を用いた銅/窒化物セラミックスの新規接合技術

- 1. はじめに
- 2. 実験方法
 - 2.1 サンプル作製方法
 - 2.2 評価方法
- 3. 実験結果と考察
 - 3.1 Cu/AlN 界面の信頼性評価
 - 3.2 Cu/窒化物セラミックス界面構造
 - 3.3 ECM 耐性
- 4. おわりに

39 表面活性化常温接合のメカニズム

- 1. はじめに
- 2. 界面での結合
- 3. 表面活性化常温接合
- 4. ナノ密着層による拡張表面活性化接合
- 5. ポリマフィロムの接合への適用
- 6. まとめ