

# 「導電・絶縁材料の電気および熱伝導特性制御」 目次

第1章 電気・熱伝導の設計法	2. アセチレンブラックの粉体特性と評価方法
1. 導電フィラー添加による絶縁性マトリックスへの導電性付与	2.1 微構造
1.1 有効媒質近似モデルとパーコレーションモデル	2.2 結晶性
1.2 有効媒質近似モデルとパーコレーション理論の問題点	2.3 水分, 表面官能基
1.3 金属学的接合コンタクトの形成	2.4 金属不純物
1.4 樹脂結合型導電性ペーストの実際	2.5 灰分
2. 高熱伝導化のための材料設計	2.6 DBP 吸油量
2.1 電氣的絶縁性を有する高熱伝導材料の設計	2.7 粉体抵抗
2.2 導電性を有する高熱伝導材料の設計	3. 特徴を持ったアセチレンブラック
2.3 金属材料の高熱伝導化	3.1 高比表面積アセチレンブラック
2.3.1 複合化による金属材料の高熱伝導化	3.2 高導電性アセチレンブラック
2.3.2 Ag/MWCNT ナノコンポジットの熱伝導率解析	4. 用途
第2章 電気・熱伝導材料の開発	4.1 蓄電デバイス
第1節 電気・熱伝導材料の特性と材料設計	4.2 導電コンパウンド材料
[1] 電気・熱伝導接着剤	4.3 ゴム添加
1. 高熱伝導性導電接着剤の構成材料設計	[2] ケッチェンブラック
2. 材料特性の評価	1. 導電性カーボンブラックの構造と種類
3. 機能発現メカニズム	2. ケッチェンブラックの構造と特徴
4. 今後の開発動向について	3. 導電性カーボンブラックのパワーソース分野への応用
[2] 高熱伝導性グラファイトシートの特性と応用	3.1 電気二重層キャパシター分野
1. 物質の電気伝導と熱伝導	3.2 二次電池分野
2. グラファイトの電気・熱伝導とその制御	3.3 燃料電池分野
3. 高熱伝導性グラファイトシートの作製と物性	[3] カーボンナノチューブ・カーボンナノファイバー
3.1 高分子焼成法によるグラファイトシート	1. CNT・CNFの特性と材料設計
3.2 高品質グラファイトシートの物性	1.1 形状特性
3.3 絶縁性の付与(複合体の形成)	1.2 配向性と分散性
4. グラファイト熱拡散シートの応用	1.3 カーボンナノチューブを用いた高熱伝導材料の材料設計
4.1 熱拡散効果	2. カーボンナノチューブを用いた高熱伝導材料
4.2 冷却効果(冷却源と接続した場合)	2.1 製造方法
4.3 ヒートスポット緩和効果	2.2 熱伝導特性
4.4 LEDデバイス(実装)への応用	2.3 実用化に向けた特性
4.5 LEDモジュールへの応用	3. 放熱板とした場合の熱拡散性
第2節 電気・熱伝導フィラーの特性と材料設計 -形状・配向性・サイズ・分散性-	[4] グラフェンの電気伝導
[1] アセチレンブラック	はじめに:カーボンファミリーと炭素単原子膜「グラフェン」
1. アセチレンブラックについて	1. 原始的な作製方法の発見:スコッチテープによるグラファイトからの機械剥離
1.1 アセチレンブラックの製造方法	2. 電子構造と超高電気伝導度:グラフェン中で電子は質量ゼロ,無限大の速度で走る?
1.2 アセチレンブラックの特徴	

### 3. グラフェンへのバンドギャップ導入

#### [5] 銀・銅

#### 1. 金属フィラーの形状

##### 1.1 金属粉

##### 1.2 金属箔片

##### 1.3 金属繊維

#### 2. 電気・熱伝導フィラー

##### 2.1 銀フィラー

##### 2.2 銅フィラー

#### 3. 表面改質技術

#### 4. 金属フィラー分散複合材料の電気・熱伝導特性

### 第3章 絶縁・熱伝導材料の開発

#### 第1節 絶縁・熱伝導材料の特性と材料設計

##### [1] 等方構造を有する絶縁・熱伝導樹脂コンポジット

#### 1. 樹脂自身の高熱伝導化の必要性とその分子設計の考え方

##### 1.1 樹脂自身の高熱伝導化の必要性

##### 1.2 分子設計の考え方

#### 2. メソゲンを含有するエポキシ樹脂の高次構造

#### 3. メソゲンを含有するエポキシ樹脂コンポジットの高次構造

#### 4. 高熱伝導化の新しい試み

##### 4.1 高熱伝導性超ハイブリッド材料のコンセプト

##### 4.2 高熱伝導性超ハイブリッド材料の特性

##### [2] 高熱伝導電気絶縁性-液状エポキシ樹脂

#### 1. 設計思想

##### 1.1 フィラーの選定

##### 1.2 バインダの選定

#### 2. 特性値

#### 3. 接着強さ

##### [3] ベース樹脂の高熱伝導化による熱可塑性高熱伝導性樹脂の開発

#### 1. ベース樹脂の高熱伝導化の重要性

##### 1.1 Bruggeman の理論

##### 1.2 樹脂の熱伝導率

##### 1.3 ポリブチレンテレフタレート (PBT)/六方晶窒化ホウ

##### 素複合材料 (h-BN) の熱伝導率

##### 1.4 樹脂自体の高熱伝導化の研究例

#### 2. 開発のコンセプト

#### 3. ベース樹脂を高熱伝導化する新たな手法

##### 3.1 液晶ポリエステル

##### 3.2 結晶ラメラの配向と熱伝導率

#### 3.3 結晶化度

#### 4. 樹脂/h-BN 複合材料の熱伝導率

#### 5. 技術を応用した製品開発

##### 5.1 分子構造

##### 5.2 開発グレード

##### 5.3 放熱性能評価

##### 5.4 厚み方向高熱伝導性グレードの用途

#### [4] 絶縁・放熱材料

#### 1. 窒化物セラミックスの主要特性

#### 2. 窒化物セラミックスの高熱伝導化

##### 2.1 窒化アルミニウムの高熱伝導化

##### 2.2 窒化ケイ素の高熱伝導化 167

#### 3. 窒化物セラミックスの適用事例と関連特性

##### 3.1 窒化アルミニウムの適用事例

##### 3.2 高熱伝導窒化ケイ素の適用事例

#### 第2節 絶縁・熱伝導フィラーの特性と材料設計-形状・配向性・サイズ・分散性

##### [1] 酸化アルミニウム (アルミナ)

#### 1. アルミナの特性とその製造方法

##### 1.1 アルミナの特性

##### 1.2 アルミナの製造方法

#### 2. アルミナフィラー添加による有機高分子の高熱伝導化技術

##### 2.1 熱伝導のメカニズム

##### 2.2 樹脂-セラミック複合体による高熱伝導化

##### 2.3 アルミナフィラー添加によるエポキシ樹脂の高熱伝導性化

##### 2.4 熱伝導フィラーとしてのアルミナの差別化

##### [2] 窒化アルミニウム

#### 1. 窒化アルミニウム (AlN) の性質

##### 1.1 AlN の構造

##### 1.2 AlN の物性

#### 2. AlN 粉体の製法と特徴

##### 2.1 AlN 粉体の工業的製造方法

##### 2.2 AlN 粉体の形状制御

#### 3. 表面処理 AlN 粉体の特徴

##### 3.1 耐水性付与技術

##### 3.2 樹脂への分散性評価

#### 4. AlN 充填樹脂材の熱伝導率評価

##### 4.1 フィラー充填樹脂材の熱伝導率測定方法

##### 4.2 AlN フィラー充填樹脂材の熱伝導率

##### [3] 窒化ホウ素

1. 窒化ホウ素
    - 1.1 窒化ホウ素 (BN) の特徴
    - 1.2 窒化ホウ素 (h-BN) 粉末
  2. 窒化ホウ素粉末を用いた放熱シート
    - 2.1 樹脂中の放熱フィラーの役割
    - 2.2 h-BN 粉末の放熱フィラーとしての適用
    - 2.3 h-BN フィラーを用いた放熱シート
  3. 窒化ホウ素成型体
    - 3.1 窒化ホウ素成型体の製造方法
    - 3.2 窒化ホウ素複合体の複合化
    - 3.3 窒化ホウ素複合成型体の開発状況
- 第4章 フィラー特性及びフィラー充填構造と電気・熱伝導性との関係
1. フィラーの導電性に及ぼす効果
    - 1.1 フィラーの種類(組成)
    - 1.2 フィラー形状
    - 1.3 フィラー径
    - 1.4 フィラー充填量
    - 1.5 添加物
    - 1.6 その他-成形方法効果-
  2. フィラーの熱伝導性に与える効果
    - 2.1 フィラーの種類
    - 2.2 フィラー径
    - 2.3 フィラー形状(アスペクト比と配向効果)
    - 2.4 フィラー充填量(率)
    - 2.5 フィラー表面修飾
    - 2.6 フィラー連結材
- 第5章 放熱材料の劣化現象, 評価と対策-絶縁・導電性-
- 第1節 繰り返しパルス電圧による絶縁放熱シートの劣化現象と対策
1. 絶縁劣化の定義とその要因
  2. 充填材入りシート内部の電界分布
    - 2.1 分極による電界の歪み
    - 2.2 繰り返しインパルスによる空間電荷の蓄積
  3. 繰り返しインパルスによる放熱絶縁シートの劣化機構の検討事例
    - 3.1 試料および実験方法
    - 3.2 実験結果および検討
- 第2節 パワーデバイスにおけるエレクトロマイグレーション
1. 金属配線におけるエレクトロマイグレーション
    - 1.1 エレクトロマイグレーションのメカニズム
    - 1.2 材料によるエレクトロマイグレーション挙動の違い
    - 1.3 寿命評価
    - 1.4 対策
  2. 実装部におけるエレクトロマイグレーション
    - 2.1 はんだ接合部における EM 現象と不良要因
    - 2.2 対策
- 第6章 電気・熱伝導の測定と特性評価
- 第1節 熱伝導率の測定方法と熱伝導特性評価方法
1. 熱伝導率・熱拡散率の測定方法
    - 1.1 熱伝導率・熱拡散率測定の原理と方法
    - 1.2 測定方法の選択
  2. 応用的な熱伝導率・熱拡散率の測定方法
    - 2.1 フラッシュ法による多層材料や界面熱抵抗の評価
    - 2.2 分散系複合材料の評価
  3. 熱伝導率・熱拡散率の測定結果の信頼性の考え方
  4. 熱伝導率・熱拡散率の測定時の注意点
- 第2節 定常法による導電性接着剤の伝熱特性評価
1. 測定原理と測定装置および測定方法
    - 1.1 測定原理
    - 1.2 測定装置と特徴
    - 1.3 測定方法
  2. 測定可能な試験片の熱伝導率と厚さの範囲
    - 2.1 装置から外気への熱損の影響
    - 2.2 不確かさ解析
    - 2.3 測定可能な試験片厚さと熱伝導率の範囲
  3. 試験片の作製
    - 3.1 標準試験片
    - 3.2 導電性接着材試験片
  4. 標準試験片の測定結果
    - 4.1 試験片温度差の影響
    - 4.2 試験片温度の影響
    - 4.3 測定精度の検証
  5. 導電性接着剤の測定結果
    - 5.1 有効熱伝導率の温度変化
    - 5.2 素材の熱伝導率と界面熱抵抗
- 第3節 電気抵抗の測定法と電気抵抗率評価方法
1. 導体の電気抵抗測定
    - 1.1 微小電気抵抗の測定法
    - 1.2 微小抵抗測定のポイント

2. 絶縁体および高抵抗材料の電気抵抗測定
  - 2.1 高電気抵抗の測定法
  - 2.2 高抵抗測定のポイント
3. プロービングに由来する誤差発生要因