

粉体の表面処理・複合化技術 集大成

—基礎から応用まで—

Novel Technology for the Control of Surface and Composite Structure of Powder Materials
-----Fundamentals and Applications-----

【監修】

内藤 牧男

大阪大学 接合科学研究所 教授
工学博士

〔執筆 135 名〕

- ◆ 発刊 2018年7月18日
- ◆ 体裁 B5判 二段組上製本 752頁
- ◆ 価格 本体48,000円(+税)
国内送料弊社負担
ISBN978-4-924728-81-3 C 3050
- ◆ 発行 テクノシステム
<http://www.techno-s.co.jp>

—粉体取り扱いに必要な「生きた情報」を集め、体系的にまとめた実用書です！—

- ◆ 基礎編では、粉体を作り、使う上で不可欠な基盤的なプロセスについて紹介。
- ◆ 最近注目されるバイオマテリアルについても分野別に整理し、粒子表面特性の評価技術の最新の動向もとりまとめました。
- ◆ 応用編では、産業界からの応用例を豊富に収録！

本書の特徴（「発刊にあたって」より）

固体微粒子の集合体である粉体は、医薬、情報通信、新材料、ナノテクノロジーなどの先端分野から、資源、エネルギー、食糧、環境技術などの基盤的な分野に至るまでの、ほぼすべての産業分野において用いられている。その理由は、粉体が材料として取り扱う上で非常に便利な特性を持つためである。

粒子特性や粉体特性を実際に制御して、目的とする製品の開発や製造技術の革新などのイノベーションを達成する上で最も重要なキーテクノロジーとなるのが、「粉体の表面処理・複合化技術」である。

本書では、表面処理・複合化技術の対象となる粉体を、先端産業で注目されているナノ粒子から産業で利用されている一般の粉体にまで幅広く扱っている。また、表面処理・複合化技術に関しても、開発段階にある萌芽的な技術から、既に実用化の段階にあるものまで幅広く取り上げ、この分野における技術の集大成を目指して編集した。

本書は、基礎編と応用編から構成されている。各内容は、この分野の専門家である大学、公的研究機関の研究者や産業界の第一線で活躍している技術者に依頼して執筆頂いた。その結果、全体で135名の著者の執筆による、この分野の最新の「集大成」が取り纏められたものと考えている。

粉体の表面処理、複合化技術は、未だに体系化は進んでおらず、ノウハウの蓄積が必要な技術領域である。このような技術領域では、できるだけ多くの「生きた情報」を体系的に習得することが必要である。本書が、実際に企業の製造現場や技術開発に携わる研究者、技術者など産業界で活躍する幅広い読者に対して、新しい技術開発、製品開発を展開する上での基盤情報を提供するとともに、各位が抱える課題に対する「考えるヒント」を提供できれば幸いである。

大阪大学 内藤 牧男

《申込方法》

◎下記の申込書にご記入の上、FAXをお送り下さい。また試読をご希望の方は試読希望欄にレ印をお付け下さい。

「粉体の表面処理・複合化技術集大成」(1129H) 申込書	
<input type="checkbox"/> 申し込み 冊 <input type="checkbox"/> 試読希望	
住所 〒	TEL
会社・団体名	FAX
所属	役職名
(フリガナ) 氏名(フルネーム)	E-mail



株式会社 **テクノシステム**

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-16 五十嵐ビル TEL.03-3293-3105(代)
FAX. 03-3293-3874 E-Mail. info@techno-s.co.jp

編集委員 (50音順・敬称略)

市川 秀喜 神戸学院大学 教授 博士(薬学)
蟹江 澄志 東北大学 准教授 博士(工学)
目 義雄 物質・材料研究機構 特命研究員
野村 俊之 大阪府立大学 准教授 博士(工学)
堀田 裕司 産業技術総合研究所 研究グループ長 博士(理学)

執筆者 (50音順・敬称略・135名)

相澤 守 明治大学 教授 博士(工学)
相田 努 東北大学 助教 博士(工学)
秋山 聡 日清エンジニアリング株式会社 取締役部長 博士(工学)
朝日 正三 株式会社徳寿工作所 研究開発部長
阿尻 雅文 東北大学 教授 工学博士
東 紀史 住友化学株式会社 主任部員 博士(工学)
阿多 誠介 産業技術総合研究所 主任研究員 工学博士
飯島 志行 横浜国立大学 准教授 博士(工学)
石垣 雅 鳥取大学 プロジェクト研究員
石川 敏弘 山口東京理科大学 教授 工学博士
石田 尚之 岡山大学 准教授 博士(工学)
石原 一彦 東京大学 教授 工学博士
石原 達己 九州大学 教授 工学博士
井須 紀文 株式会社LIXIL 分析・評価室室長 博士(工学)
伊勢 裕彦 九州大学 准教授 博士(工学)
井上 貴仁 産業技術総合研究所 副研究部門長 学術博士
井上 義之 ホソカワミクロン株式会社 課長 博士(工学)
入谷 英司 名古屋大学 教授 工学博士
植田 圭祐 千葉大学 助教 博士(薬科学)
鶴澤 裕子 産業技術総合研究所 研究員
打越 哲郎 物質・材料研究機構 グループリーダー 博士(工学)
鶴沼 英郎 山形大学 教授 博士(工学)
江本 精 国際医療福祉大学 教授 医学博士
遠藤 茂寿 法政大学 非常勤講師 工学博士
大石 修治 信州大学 特任教授 名誉教授 工学博士
大観 光徳 鳥取大学 教授 博士(工学)
小川 雄史 荒川化学工業株式会社 主査
荻 崇 広島大学 准教授 博士(工学)
奥田 豊 東和薬品株式会社 執行役員 基盤技術研究所長
小坂田 耕太郎 東京工業大学 教授 工学博士
長田 実 名古屋大学 教授 博士(理学)
垣花 真人 東北大学 教授 理学博士
勝山 茂 大阪大学 准教授 博士(理学)
加藤 一実 産業技術総合研究所 理事 工学博士
加藤 英樹 東北大学 准教授 博士(理学)
門田 和紀 大阪薬科大学 准教授 博士(工学)
蟹江 澄志 東北大学 准教授 博士(工学)
加納 純也 東北大学 教授 博士(工学)
菊池 正紀 物質・材料研究機構 グループリーダー 博士(工学)
木俣 光正 山形大学 教授 博士(工学)
小泉 将治 アイテック株式会社 課長 博士(工学)
小澤 隆弘 大阪大学 助教 博士(理学)
児玉 亮 ベセル株式会社 代表取締役 理学博士
後藤 邦彰 岡山大学 教授 博士(工学)
小林 敬 京都大学 助教 博士(農学)
小林 亮 東北大学 助教 博士(工学)
近藤 光 大阪大学 特任研究員 博士(工学)
近藤 啓太 名城大学 助教 博士(薬学)
酒谷 能彰 住友化学株式会社 グループマネージャー 博士(理学)
坂本 宜俊 松山大学 准教授 博士(薬学)
坂元 博昭 福井大学 准教授 博士(工学)
笹辺 修司 ホソカワミクロン株式会社
佐藤 浩二 マイクロトラック・ベル株式会社
佐藤 俊 産業技術総合研究所 主任研究員 博士(工学)
佐藤 泰史 岡山理科大学 准教授 博士(理学)
佐藤根 大士 兵庫県立大学 准教授 博士(工学)
白井 孝 名古屋工業大学 准教授 博士(工学)
白川 善幸 同志社大学 教授 博士(理学)
白幡 直人 物質・材料研究機構 准主任研究者 博士(工学)
末 信一朗 福井大学 教授 博士(工学)
杉本 慶喜 産業技術総合研究所 研究員 博士(工学)
鈴木 清香 信州大学 助教 博士(工学)
鈴木 高広 近畿大学 教授 農学博士

鈴木 昇 宇都宮大学 教授 工学博士
鈴木 道隆 兵庫県立大学 名誉教授 特任教授 工学博士
簾 智仁 信州大学 助教 博士(工学)
成 基明 東北大学 助教 博士(工学)
是津 信行 信州大学 教授 博士(工学)
高野 義彦 物質・材料研究機構 グループリーダー 理学博士
武井 孝 首都大学東京 准教授 博士(工学)
武田 真一 武田コロイドテクノ・コンサルティング株式会社 代表取締役社長 工学博士
武田 良彦 物質・材料研究機構 副拠点長 博士(工学)
竹屋 浩幸 物質・材料研究機構 主席研究員 理学博士
多々見 純一 横浜国立大学 教授 博士(工学)
立元 雄治 静岡大学 准教授 博士(工学)
田中 論 長岡技術科学大学 准教授 博士(工学)
田中 賢 九州大学 教授 博士(理学)
田邊 真 東京工業大学 特任准教授 博士(理学)
土屋 哲男 産業技術総合研究所 先進コーティング技術研究センター 副センター長 工学博士
手嶋 勝弥 信州大学 教授 博士(工学)
戸塚 裕一 大阪薬科大学 教授 博士(薬学)
菅居 高明 東北大学 准教授 博士(科学)
富田 恒之 東海大学 准教授 博士(理学)
内藤 牧男 大阪大学 教授 工学博士
中尾 修也 株式会社村田製作所 プリンシパルリサーチャー 工学博士
中島 智彦 産業技術総合研究所 主任研究員 理学博士
中平 敦 大阪府立大学 教授 博士(工学)
中村 圭太郎 株式会社日清製粉グループ本社 主任研究員 博士(工学)
仲村 英也 大阪府立大学 准教授 博士(工学)
中村 吉伸 大阪工業大学 教授 学術博士
西村 聡 産業技術総合研究所 総括主幹 工学博士
丹羽 敏幸 名城大学 教授 博士(薬学)
野村 直希 電力中央研究所 首席研究員 博士(工学)
野村 俊之 大阪府立大学 准教授 博士(工学)
羽多野 重信 株式会社ナノシーズ 技術顧問 工学博士
林 文隆 信州大学 助教 博士(工学)
早野 誠治 株式会社アスペクト 代表取締役
東 頭二郎 千葉大学 准教授 博士(薬学)
平野 知之 広島大学
藤井 淳 株式会社栗本鐵工所 技術1部部長
藤井 秀司 大阪工業大学 教授 博士(工学)
藤原 忍 慶應義塾大学 教授 博士(工学)
藤本 明良 株式会社堀場テクノサービス 分析技術センター
北條 大介 東北大学 助教 博士(工学)
堀田 裕司 産業技術総合研究所 研究グループ長 博士(理学)
堀江 雄二 鹿児島大学 教授 理学博士
本田 みちよ 明治大学 准教授 博士(理学)
牧野 尚夫 電力中央研究所 主席研究員 博士(工学)
松井 誠二 神島化学工業株式会社 工学博士
松倉 実 ユニオン昭和株式会社 取締役 市場開発部長
三村 憲一 産業技術総合研究所 主任研究員 工学博士
三村 均 ユニオン昭和株式会社 最高技術顧問 工学博士
宮澤 薫一 東京理科大学 ポストドクトラル研究員 工学博士
宮原 稔 京都大学 教授 博士(工学)
武藤 浩行 豊橋技術科学大学 教授 博士(工学)
森 隆昌 法政大学 教授 博士(工学)
森戸 春彦 東北大学 准教授 工学博士
森部 久仁一 千葉大学 教授 薬学博士
安田 公一 東京工業大学 准教授 工学博士
山口 巖 産業技術総合研究所 主任研究員 工学博士
山田 高広 東北大学 准教授博士(理学)
山田 哲也 信州大学 助教 博士(理学)
山田 紘子 株式会社堀場製作所 科学・半導体営業統括室
山根 久典 東北大学 教授 理学博士
山村 方人 九州工業大学 教授 博士(工学)
山元 公寿 東京工業大学 教授 工学博士
山本 徹也 名古屋大学 准教授 博士(工学)
山本 浩充 愛知学院大学 教授 博士(薬学)
弓場 英司 大阪府立大学 准教授 博士(工学)
横 哲 東北大学 助教 博士(環境学)
吉田 英人 広島大学 特任教授 名誉教授 工学博士
米澤 徹 北海道大学 教授 博士(工学)
和田 智志 北梨大学 教授 工学博士
和田 裕之 東京工業大学 准教授 博士(工学)
渡辺 隆行 九州大学 教授 博士(工学)



基礎編第1章 粉体プロセスの基礎

第1節 粒子生成

第1項 気相法

(萩 崇, 平野 知之)

1. 気相法とは
 - 1.1 気相法による粒子生成機構と物性制御
 - 1.2 CVD 法
 - 1.3 PVD 法
 - 1.4 気相法による各種粒子生成プロセス

第2項 液相法

(門田 和紀, 白川 善幸)

1. 晶析
2. 固液平衡と過飽和溶液
3. 核生成速度
4. 結晶成長速度
5. 連続晶析
 - 5.1 完全混合槽型連続晶析
 - 5.2 管型晶析装置

第2節 粉碎

(加納 純也)

1. 粉碎機構
2. 単粒子破碎と強度
 - 2.1 破壊とその分類
 - 2.2 単粒子の破碎強度
 - 2.3 単粒子の強度
 - 2.4 単粒子の破碎挙動
3. 粉碎エネルギーと粉碎速度論
 - 3.1 粉碎エネルギー
 - 3.2 粉碎速度論
4. 粉碎の雰囲気
5. 摩擦現象
6. 粉碎装置
 - 6.1 粉碎装置の種類
 - 6.2 粉碎機のスケールアップ
7. 粉碎シミュレーション

第3節 形状制御

(蟹江 澄志)

1. 均一核生成・粒子成長プロセス
2. 面特異的吸着を用いる形状制御
3. ゲルゾル法によるナノ粒子の合成
 - 3.1 ゲルゾル法の特長
 - 3.2 酸化チタンナノ粒子の形状・サイズ制御
 - 3.3 ゲルゾル法の新展開
4. ナノ粒子直接前駆体の供給速度制御によるサイズ・形状制御

第4節 分級

第1項 乾式分級技術の基礎と応用

(秋山 聡)

1. 分級技術
2. 性能表示法
3. 分級機の種類
 - 3.1 慣性式分級機
 - 3.2 遠心式分級機
4. 分級性能に影響を及ぼす因子
 - 4.1 ロータ回転数と流体流量
 - 4.2 粉体流量
 - 4.3 凝集粒子の分散
5. 分級技術の応用
 - 5.1 精密分級
 - 5.2 スカルピング
 - 5.3 ナノ分級

第2項 湿式分級(液体サイクロン)技術の高性能化

(吉田 英人)

1. 液体サイクロンによる分級
2. 粒子の分級原理
3. 液体サイクロンの高性能化
 - 3.1 入口部の案内板の効果
 - 3.2 入口部を複数にした場合

3.3 アンダーフロー部の改良

4. まとめ

第3項 ふるい分け

(朝日 正三)

1. ふるい分けの目的
 - 1.1 乾式によるふるい分け
 - 1.2 湿式ふるい
 - 1.3 その他の用例
2. ふるい分け精度の表示と評価
3. ふるい分け機の種類と適用粒子径
 - 3.1 面内運動ふるいの特長
 - 3.2 振動ふるいの特長
4. ふるい分けに必要な要素と作用因子
 - 4.1 ふるい分け機の遠心効果
 - 4.2 ふるい分け機の網上移動速度と網上粒子の滞留時間
 - 4.3 網上粒子の成層現象(パーコレーション)
5. 工業用ふるい網の種類と選定
 - 5.1 ふるい網の用途に応じた選定方法
 - 5.2 ふるい網の目開きと選定

第5節 分散

第1項 気中分散技術

(後藤 邦彰)

1. 気中分散技術の概要
2. 各種分散機と分散機構
3. 分散状態の評価
4. 微小粒子の分散の可能性

第2項 液中分散技術

(飯島 志行)

1. 液中分散技術の重要性
2. 液中分散技術の基本的な考え方
3. 静電的相互作用による分散・凝集制御
 - 3.1 表面電位
 - 3.2 電気二重層と DLVO 理論
 - 3.3 DLVO 理論と微粒子分散
 - 3.4 静電的相互作用による分散制御例
4. 立体障害斥力
 - 4.1 分散剤の吸着
 - 4.2 高分子の化学的固定化
 - 4.3 分散剤を用いた微粒子の分散制御例

第6節 粉体の造粒

(仲村 英也)

1. 造粒の目的
2. 造粒の原理
 - 2.1 造粒の素過程
 - 2.2 湿潤粉体中の固体-液体-気体混在状態
 - 2.3 粒子に作用する液架橋力
3. 各種造粒プロセスと造粒物特性
 - 3.1 乾燥粉体を原料とした造粒
 - 3.2 溶液および粒子懸濁液を原料とした造粒

第7節 混合・混練

第1項 混合

(遠藤 茂寿)

1. 粉体混合の重要性
2. 混合装置
3. 混合のメカニズム
4. 混合状態の評価
 - 4.1 サンプリング
 - 4.2 組成分散
 - 4.3 混合度
 - 4.4 質量分率による完全混合状態の評価
 - 4.5 サンプルサイズが変動する場合の完全混合状態の評価
 - 4.6 ワークインデックスによる混合状態の評価
5. 混合状態評価に関する検定・推定
 - 5.1 平均濃度の検定
 - 5.2 組成分散の検定
 - 5.3 サンプルサイズとサンプル数

第2項 粒子分散と混練

(藤井 淳)

1. ウェット・プロセスとしての混練操作
2. 混練操作におけるコンシステンシーの影響
3. 基本的な混練の機構
4. スケールアップ

第8節 ろ過と沈降分離

(入谷 英司)

1. ろ過
 - 1.1 ケークろ過速度式
 - 1.2 ろ過ケークの圧縮性
 - 1.3 定速ろ過・変圧変速ろ過
 - 1.4 清澄ろ過
 - 1.5 膜の閉塞
 - 1.6 ケークレスろ過
2. 沈降分離
 - 2.1 種々の沈降形態
 - 2.2 沈降分離装置とその設計

第9節 集塵

(牧野 尚夫, 野田 直希)

1. 集塵の原理とナノ粒子への適性
2. 電気集塵装置の微粒子除去性能
3. バグフィルタの微粒子除去性能
4. 静電気併用ろ過集塵装置の微粒子除去性能
5. 今後の展望

第10節 乾燥

(立元 雄治)

1. 乾燥操作の基礎理論
 - 1.1 乾燥時の伝熱機構
 - 1.2 乾燥時の挙動
2. 被乾燥物としての粉体の性質
3. 粉体の乾燥に用いられる乾燥装置
 - 3.1 箱型乾燥装置
 - 3.2 通気バンド乾燥装置
 - 3.3 通気回転乾燥装置(ロータリードライヤー)
 - 3.4 噴霧乾燥装置(スプレードライヤー)
 - 3.5 流動層乾燥装置
 - 3.6 気流乾燥装置
 - 3.7 円筒乾燥装置(ドラムドライヤー)
 - 3.8 逆円錐型攪拌乾燥装置
 - 3.9 二重円錐型回転乾燥装置
 - 3.10 連続式攪拌乾燥装置

第11節 成形

第1項 セラミックスの成形

(田中 諭)

1. セラミックス製造における成形
2. 成形体に求められる条件
3. 成形体の構成要素
4. 各成形プロセスとその特徴
 - 4.1 プレス成形
 - 4.2 鋳込み成形
 - 4.3 押出成形
 - 4.4 テープ成形
 - 4.5 アディティブマニュファクチャリング

第2項 粉末冶金における成形

(勝山 茂)

1. 粉末冶金プロセス
2. 成形のための粉末の準備
3. 金属粉末の成形の特徴
4. 様々な成形方法
 - 4.1 加圧成形法
 - 4.2 無加圧成形法

第12節 塗布

(山村 方人)

1. 粒子積層膜の応用
2. 塗布方式
3. 乾燥硬化方式
4. 粒子分散系の塗布
5. 粒子分散系の乾燥

6. 無次元数
7. 粒子偏析
8. 乾燥経路

**第13節 粉体を用いるアディティブ
マニュファクチャリング(AM)技術**
(早野 誠治)

1. AM技術とは
2. AM技術の潮流と動向
3. AM技術の市場
4. 金属AM装置
5. AMの材料市場
6. AMの市場規模と予測

第14節 焼結
(安田 公一)

1. 焼結の熱力学
2. 焼結の速度論
3. 焼結の方法論
 - 3.1 常圧焼結
 - 3.2 雰囲気焼結
 - 3.3 ガス圧焼結
 - 3.4 HIP
 - 3.5 ホットプレス焼結
 - 3.6 SPS焼結
4. ナノ粒子と焼結

基礎編第2章
表面処理・界面複合化技術

第1節 気相プロセス

**第1項 熱プラズマを用いたコアシェル型
複合ナノ粒子の合成**
(渡辺 隆行)

1. 熱プラズマの特徴
2. ナノ粒子合成に用いられる熱プラズマシステム
 - 2.1 直流放電アーク
 - 2.2 高周波熱プラズマ
 - 2.3 多相交流アーク
3. 熱プラズマによるナノ粒子合成システム
4. 熱プラズマによるコアシェル型複合ナノ粒子の合成
 - 4.1 表面被覆シリコンナノ粒子の合成
 - 4.2 金属内包酸化ナノ粒子
5. 熱プラズマによるナノ粒子合成の展望

**第2項 CVDによるコアシェル型ナノ粒子複合
材料の作製**
(萩 崇, 平野 知之)

1. コアシェル型ナノ粒子
2. 気相法によるコアシェル粒子の生成機構
3. 気相法によって合成されるコアシェルナノ粒子
4. 微粒子の生成過程の評価

**第3項 大電流負イオン注入による金属ナノ粒子
の作製と光学特性**
(武田 良彦)

1. イオン注入による材料の改質と応用
2. イオン注入法による固体中に分散したナノ粒子の作製
 - 2.1 イオン注入深さ
 - 2.2 イオン注入量
 - 2.3 ナノ粒子形成
 - 2.4 注入後の熱処理によるナノ粒子制御
 - 2.5 各種金属ナノ粒子材料
 - 2.6 イオン・レーザ複合照射によるナノ粒子形成制御
 - 2.7 蒸着下での同時イオン注入によるナノ粒子分散厚膜の作製
3. 金属ナノ粒子の光学的性質
 - 3.1 表面プラズモン共鳴
 - 3.2 3次非線形光学特性

第2節 液相プロセス

**第1項 液中レーザアブレーション法による
蛍光ナノ粒子の作製と表面処理**
(和田 裕之)

1. 液中レーザアブレーション法による蛍光ナノ粒子の作製
2. 蛍光ナノ粒子の医工学的応用
 - 2.1 アップコンバージョンナノ粒子によるがん治療
 - 2.2 長残光ナノ粒子によるバイオイメージング
 - 2.3 近赤外光吸収ナノ粒子によるバイオイメージング
3. 蛍光ナノ粒子の表面処理
 - 3.1 無機材料による表面処理
 - 3.2 有機材料による表面処理

**第2項 サイアロン蛍光体粒子の表面修飾と
EPDによる膜実装**
(打越 哲郎)

1. サイアロン蛍光体粒子の表面修飾に期待する効果
2. Ca- α -SiAlON:Eu²⁺蛍光体粒子へのシリカ修飾
3. β -SiAlON:Eu⁺蛍光体粒子への酸化スズナノ粒子修飾

第3項 静電相互作用を利用した粒子の複合化
(武藤 浩行)

1. ナノ粒子の均一修飾(複合化)技術
2. 湿式法による粒子複合化技術
 - 2.1 複合粒子を用いた材料設計
 - 2.2 静電相互作用による複合粒子設計
3. 複合粒子を出発原料とした微構造制御とナノ複合材料
4. 量産化と高品質化

**第4項 塗布光照射法を用いた機能性セラミック
コーティング**
(鶴澤 裕子, 山口 巖, 中島 智彦, 土屋 哲男)

1. 塗布光照射法による薄膜開発
2. 有機金属化合物を用いた塗布光照射法
 - 2.1 エキシマレーザによる多結晶およびエピタキシャル成長機構
 - 2.2 塗布光反応法によるナノ粒子薄膜の開発
3. ナノ粒子光反応法
4. ハイブリッド溶液光反応法による厚膜プロセスの開発
5. まとめ

**第5項 形態・サイズ・表面状態を制御した
フラックス結晶育成**
(手嶋 勝弥, 林 文隆, 鈴木 清香, 簾 智仁, 山田 哲也, 大石 修治, 是津 信行)

1. フラックスサイエンス
2. フラックス法とは
3. 形態・サイズを制御したフラックス結晶育成
4. 表面状態を制御したフラックス結晶成長
5. まとめと今後の展望

**第6項 マイクロ波照射ゾルーゲル法によるチタ
ニアナノ粒子の表面処理とその応用**
(鈴木 昇)

1. マイクロ波照射ゾルーゲル法
 - 1.1 マイクロ波装置
 - 1.2 シリカコーティングの反応機構の概略
2. チタニアナノ粒子のシリカコーティング
 - 2.1 コーティング方法
 - 2.2 透過型電子顕微鏡観察(TEM)
 - 2.3 光電子スペクトル(XPS)
 - 2.4 光触媒活性の評価
 - 2.5 紫外線遮蔽能の評価
 - 2.6 その他のキャラクターゼーション
3. その他の酸化物および金属ナノ粒子のゾルーゲル法表面処理による複合化

- 3.1 酸化物ナノ粒子の酸化物コーティング(酸化物@酸化物)
- 3.2 金属ナノ粒子のシリカコーティング(金属@酸化物)

4. まとめ

**第7項 フラーレンの複合化による超伝導体の
作製**
(竹屋 浩幸, 宮澤 薫一, 高野 義彦)

1. 超伝導の利用と超伝導素材
2. フラーレン超伝導体
3. フラーレンナノウィスカー(FNW)
 - 3.1 フラーレンナノウィスカーの超伝導化
 - 3.2 FNWの超伝導臨界電流密度
4. アンモニア溶媒を用いたFNWへのKドーピング法
 - 4.1 アンモニア溶媒によるアルカリ金属ドーピング法
 - 4.2 FNWのシース封入・ローリング

第3節 機械的プロセス

**第1項 機械的手法による粒子の表面改質と
複合粒子の作製**
(内藤 牧男)

1. 複合粒子の形態と分類
2. 機械的手法による複合粒子の作製技術
3. 複合粒子作製技術の新プロセスへの展開

**第2項 機械的手法によるコアシェル型
セラミックス複合粒子の作製と
材料特性向上**
(多々見 純一)

1. セラミックス粉体プロセスにおける複合粒子利用の重要性
2. CNT分散によるSi₃N₄セラミックスへの導電性付与
3. ZnOセラミックスの導電率制御
4. Siの窒化反応制御とポスト反応焼結によるSi₃N₄セラミックスの作製
5. 異方的巨大反磁性付与粒子を利用した低磁場成形によるSi₃N₄セラミックスのc軸配向化

第3項 液中粉砕を利用した微粒子の表面改質
(木俣 光正)

1. 粉砕とメカノケミカル現象
2. 粉砕助剤による表面改質
 - 2.1 粉砕助剤の作用機構
 - 2.2 液体粉砕助剤の粉砕性と表面改質
3. メカノケミカル重合反応による表面改質
 - 3.1 メカノケミカル重合機構
 - 3.2 メカノラジカル
 - 3.3 メカノケミカル重合による粉砕性と反応性との関係
 - 3.4 メカノケミカル重合によるポリマー被覆

**第4節 バイオマテリアルの表面処理・複合化
プロセスと機能評価**

第1項 高分子系バイオマテリアル
(田中 賢)

1. 医療現場のニーズと高分子バイオマテリアル
2. 高分子バイオマテリアルのスクリーニング方法
3. 生体親和性に優れた高分子バイオマテリアル
4. バイオ界面に形成される水の構造と運動性
5. 水和状態の解析と材料スクリーニング
6. 超早期診断用のヘルスケアセンサと材料設計

第2項 セラミックス系バイオマテリアルの創製
(相澤 守, 本田 みちよ, 江本 精)

1. セラミックス系バイオマテリアルとその材料形態
2. アパタイトと表面化学
3. 表面修飾プロセスによるペースト状人工骨の開発
4. 複合化プロセスによるリン酸カルシウム粉体への機能性付与

- 4.1 超音波噴霧熱分解法
- 4.2 銀担持アパタイト微小球の合成と耐感染性を備えた抗菌性ベースト状人工骨の創製
- 4.3 がん化学塞栓療法に貢献する薬剤担持リン酸カルシウム中空微小球の合成とその抗腫瘍効果の検証
5. まとめ

第3項 金属系バイオマテリアルと表面処理 (中平 敦)

1. 金属系バイオマテリアルの現状
2. パルスレーザ析出(PLD)プロセスによる表面処理
3. 陽極酸化プロセスによる表面処理
4. 金属系バイオマテリアル表面処理への期待

第4項 カーボン系バイオデバイスの電極界面設計 (坂元 博昭, 末 信一郎)

1. バイオデバイス
2. バイオデバイスの電極表面設計
3. バイオデバイスへのナノカーボン材料の利用
4. カーボンナノチューブ-酵素複合体
5. 今後の展望

基礎編第3章 粒子表面特性の評価技術

第1節 粒子表面評価のための分析手法 (白井 孝)

1. セラミックス粉体の表面評価法
2. TPDMS法
3. TPDMS法によるアルミナ粉体の表面評価

第2節 粒子表面のX線回折 (杉本 慶喜)

1. 表面からのX線回折法について
2. ロッド走査X線回折法
 - 2.1 表面近傍の結晶からの回折
 - 2.2 ロッド走査X線回折法
3. 微小角入射X線回折法
 - 3.1 X線の全反射
 - 3.2 微小角入射X線回折法
4. マイクロビームX線回折法
 - 4.1 マイクロビームX線
 - 4.2 マイクロビームX線回折法

第3節 粉体の比表面積と細孔特性の評価 (宮原 稔)

1. 比表面積
 - 1.1 吸着法による比表面積測定
 - 1.2 流体透過法による比表面積測定
 - 1.3 浸漬熱法による比表面積測定
2. 細孔径分布
 - 2.1 吸着法
 - 2.2 水銀圧入法(mercury porosimetry)
 - 2.3 流体透過法またはバブルポイント法

第4節 粒子表面官能基の定性と定量評価 (武井 孝)

1. 表面官能基の種類
 - 1.1 酸化物系材料表面
 - 1.2 炭素系材料表面
2. 表面官能基の定性と定量
 - 2.1 酸化物系材料表面
 - 2.2 炭素系材料表面

第5節 液中の粒子表面における吸着特性 (佐藤 浩二)

1. 吸着の概要
2. 液相吸着
3. 代表的な吸着剤-吸着質間エネルギー相互作用
 - 3.1 静電引力(斥力)

- 3.2 表面化学反応
4. 液相における吸着等温線
 - 4.1 液相吸着における吸着等温線の測定方法
 - 4.2 希薄溶液からの吸着等温線
5. 吸着速度
6. 高分子の吸着
 - 6.1 高分子吸着の形態
 - 6.2 高分子吸着の特徴

第6節 パルスNMR法による粒子界面特性評価 (武田 真一)

1. 微粒子・ナノ粒子/溶媒界面特性
2. 粒子界面特性としてのHDP値
 - 2.1 非水系溶媒の極性と溶解性および溶媒の混和性
 - 2.2 ナノ粒子・微粒子の溶媒中への分散
3. ナノ粒子・微粒子表面のパルスNMRによるHDP値評価法
 - 3.1 測定原理
 - 3.2 評価手順ならびに装置の特徴
 - 3.3 測定例
4. パルスNMRによる粒子表面への吸着挙動の評価
5. まとめ

第7節 電位差滴定法による粒子表面状態の評価 (武田 真一)

1. 電位差滴定とpH滴定
2. 金属酸化物粒子表面の酸・塩基的特性と帯電状態
3. 表面電荷密度と界面エネルギー
4. pH滴定法による粒子表面の酸・塩基的特性評価法
 - 5.1 塩基を逐次添加するpH滴定法による測定例
 - 5.2 種々のpHに調整した水溶液に粉体を添加する方法による測定例
6. 電位差滴定を用いた濡れ性評価法-疎水化処理表面の評価-
7. まとめ

第8節 粒子の濡れ特性評価 (笹辺 修司)

1. 高度な粉体技術と濡れ特性
2. 濡れの現象
3. 濡れの評価技術
 - 3.1 接触角
 - 3.2 表面張力
 - 3.3 毛細管法
4. 毛管現象の活用
5. 毛細管法の評価技術
6. 評価事例
7. まとめ

第9節 浸漬熱測定法による粉体表面特性の評価 (武井 孝)

1. 浸漬熱とは
2. 浸漬熱の測定装置と測定法
 - 2.1 装置
 - 2.2 測定法
 - 2.3 測定上の注意点
3. 浸漬熱の測定事例
 - 3.1 粉体の親水性・疎水性の評価
 - 3.2 結晶・非晶粉体の表面特性の違い
 - 3.3 無機フィラーの疎水性評価
 - 3.4 酸化物表面の再水酸化に関する情報
 - 3.5 固体表面の静電場強度
 - 3.6 粉体の表面積測定
 - 3.7 その他

第10節 ゼータ電位 (森 隆昌)

1. ゼータ電位とは
2. ゼータ電位の測定方法

- 2.1 粒子半径 $a \gg 1/\kappa$ のとき
- 2.2 粒子半径 $a \ll 1/\kappa$ のとき
- 2.3 一般式 (Henryの式)
3. ゼータ電位の測定例と応用
 - 3.1 硬い粒子のゼータ電位
 - 3.2 柔らかい粒子のゼータ電位
 - 3.3 非水系のゼータ電位

第11節 原子間力顕微鏡(AFM)による液中粒子間相互作用の評価 (石田 尚之)

1. 表面間相互作用の直接測定法
2. 水溶液中での相互作用
 - 2.1 DLVO理論
 - 2.2 水和力
 - 2.3 疎水性引力
3. 非水溶液中での相互作用
4. 高分子が含まれる場合(水系・非水系)

第12節 バイオコロイド(生きた細胞)に働く相互作用評価 (野村 俊之)

1. 微生物の界面挙動
2. 微生物に働く相互作用
 - 2.1 微生物細胞の帯電性
 - 2.2 古典的DLVO理論
 - 2.3 微生物細胞の濡れ性
3. 微生物の界面現象の直接測定
 - 3.1 平行平板流れ場(PPFC)
 - 3.2 原子間力顕微鏡(AFM)
4. まとめ

第13節 液中レオロジー挙動による粒子間相互作用評価 (堀田 裕司)

1. 粒子間相互作用評価の有用性
2. 動的粘弾性測定と静的粘弾性測定
 - 2.1 動的粘弾性測定
 - 2.2 静的粘弾性測定
3. セラミックスペーストの粒子間相互作用の計測例
4. セラミックスラリーの粒子間相互作用の計測例
5. まとめ

第14節 沈降静水圧法による液中粒子充填特性評価 (佐藤根 大士)

1. 沈降静水圧法の概要
 - 1.1 測定原理
 - 1.2 沈降静水圧法による測定例
2. 沈降静水圧測定に基づく充填特性の評価
 - 2.1 理論
 - 2.2 充填特性評価結果の一例
3. 沈降静水圧法の応用例
 - 3.1 理論
 - 3.2 粒子径分布測定結果の一例

第15節 気相中における粒子間相互作用の評価 (羽多野 重信)

1. 粒子間相互作用力
 - 1.1 ファンデルワールス力
 - 1.2 液架橋力
 - 1.3 静電気力
 - 1.4 付着力の比較
2. 付着力の測定法と特徴
 - 2.1 スプリングバランス法および振り子法
 - 2.2 遠心法
 - 2.3 衝撃法
 - 2.4 振動法
 - 2.5 原子間力顕微鏡(AMF)を利用する方法
 - 2.6 微小粒子圧壊力測定装置を利用する方法
 - 2.7 流体力学法
3. 市販装置による付着力測定の実際と評価

第16節 粉体層の引張特性、摩擦特性評価 (鈴木 道隆)

1. 粉体層の計測と制御の重要性
2. 粉体層の引張強度測定
 - 2.1 水平引張式試験機
 - 2.2 垂直引張式試験機
3. 流動性の計測・評価方法
 - 3.1 圧縮度
 - 3.2 安息角
 - 3.3 カーの流動性指数
4. 粉粒体層剪断試験による流動性の評価
 - 4.1 粉粒体層剪断試験法と粉体崩壊曲線
 - 4.2 三軸圧縮試験
 - 4.3 一面剪断試験
 - 4.4 ジェニケセル
 - 4.5 リング型剪断試験機
 - 4.6 平行平板型剪断試験機
 - 4.7 流動性指数
 - 4.8 流動性指数に対する粒子形状の影響
5. まとめ

第17節 繊維粉体と樹脂との密着性評価 (堀田 裕司)

1. 機械特性への密着性の影響
2. 密着性(界面剪断応力)の測定・評価法
 - 2.1 単繊維引抜法
 - 2.2 フラグメンテーション法
 - 2.3 複合材での評価法(ショートビーム剪断法)
3. 密着性(界面剪断応力)の測定・評価例
4. まとめ

応用編第1章 ライフサイエンス・医薬品・ 生活用品系への展開

第1節 非摩擦性ナノ摺動界面を有する長寿命型人工股関節の開発 (石原 一彦)

1. 人工股関節形成術の問題点
2. 関節摺動面の構造と特性
3. ポリエチレンへの親水性モノマーの光グラフト重合
4. Poly(MPC)グラフト架橋超高分子量ポリエチレンの特性
5. Poly(MPC)グラフトポリマー微粒子の生体応答
6. Poly(MPC)グラフト化架橋超高分子量ポリエチレンライナーの臨床応用
7. 今後の展望

第2節 界面相互作用を利用したアパタイト/コラーゲン骨類似ナノ複合体材料の合成と応用 (菊池 正紀)

1. セラミックス系バイオマテリアル
2. タンパク質によるリン酸カルシウムの核形成
3. 骨を模倣した材料
4. リン酸カルシウムとコラーゲンおよびそれらの複合体の骨内反応
5. セラミックス系バイオマテリアルの今後

第3節 三次元細胞培養プレートの開発と応用 (児玉 亮)

1. 三次元細胞培養の必要性
2. 色々な三次元細胞培養プレート
 - 2.1 スフェロイド形成による細胞培養
 - 2.2 ゲル(コラーゲン等)内で細胞培養するもの
 - 2.3 多孔質膜上で細胞培養するもの
3. VECCELL®の膜構造、細胞接着、細胞組織形成のモデル
4. 三次元細胞培養の新しい展開
5. まとめ

第4節 糖鎖高分子を用いた治療・診断のための医療材料の開発 (伊勢 裕彦)

1. 生体における糖鎖のはたらき
2. 糖鎖認識に関わる生体レクチン
3. 糖鎖情報を模倣する糖鎖高分子
4. 糖鎖高分子を用いた新規レクチンの探索
5. 糖鎖高分子を用いた治療・診断のための医療材料の開発

第5節 機能性分子の表面修飾による刺激応答性リポソームの創製とそのバイオ応用 (弓場 英司)

1. リポソームを基盤とする刺激応答性キャリア
2. 刺激応答性リポソームの設計
 - 2.1 脂質相転移を利用した刺激応答性リポソーム
 - 2.2 高分子を表面修飾した刺激応答性
3. 刺激応答性リポソームのバイオ応用
 - 3.1 刺激応答性リポソームを用いるがん治療システム
 - 3.2 刺激応答性リポソームを用いる免疫療法システム
4. 今後の展望

第6節 骨組織再生用材料の高機能化 (鶴沼 英郎)

1. 歯科用メンブレン材料の開発
 - 1.1 PET メンブレンの作製
 - 1.2 ビーグル犬を用いた *in vivo* 評価
 - 1.3 *in vitro* 実験による骨再生促進の機序解明
2. 骨形成を促す β -TCP 多孔質骨補填材の開発
 - 2.1 トリペプチド徐放性 β -TCP 多孔質体の作製
 - 2.2 トリペプチド徐放性 β -TCP 多孔質体の *in vivo* 評価
3. リン酸カルシウムセメントの硬化挙動の改良

第7節 生分解性高分子ナノ粒子 DDS 製剤の創製と機能評価 (山本 浩充)

1. ナノ粒子の表面特性制御の重要性
2. 表面制御ナノ粒子の DDS 製剤への応用
 - 2.1 バイオフィルム感染症に対するナノ粒子 DDS 製剤
 - 2.2 核酸医薬送達用ナノ粒子 DDS 製剤
3. ナノ粒子 DDS 製剤の複合化
 - 3.1 噴霧乾燥法によるサブミクロンサイズの薬物キャリアの粉体化
 - 3.2 四流体ノズルを有する噴霧乾燥機を用いたサブミクロン粒子の生成と粉体化
4. まとめ

第8節 湿式粉碎による薬物ナノ粒子の調製とその物性評価 (東 顕二郎, 植田 圭祐, 森部 久仁一)

1. 薬物ナノ粒子
2. IMC/poloxamer 407 ナノ懸濁液
 - 2.1 粒子径・形態評価
 - 2.2 Raman 測定
 - 2.3 Suspended-state NMR 測定
3. PXC/poloxamer 407 ナノ懸濁液
 - 3.1 粒子径・形態評価
 - 3.2 Raman 測定
 - 3.3 Suspended-state NMR 測定
4. まとめ

第9節 球形粉碎法—機械的粉体融合化技術による医薬品球形粒子の設計 (丹羽 敏幸, 近藤 啓太)

1. 球形粉碎法の技術概要
 - 1.1 薬物単味から成る球形粒子の調製
2. 球形粉碎法の製剤化技術としての発展
 - 2.1 賦形剤核粒子を利用した技術の普遍化
 - 2.2 粉碎・複合化機構の解明

- 2.3 複合粒子の医薬品粒子としての機能
3. 今後に向けて

第10節 機械的手法による乾式粒子複合化技術—医薬品への応用事例を中心に— (井上 義之)

1. 医薬品製造に求められる粒子設計
2. 粒子複合化技術
 - 2.1 ハードウェア
 - 2.2 装置の原理
3. 医薬品への適用事例
 - 3.1 医薬用ナノサイズ顔料粒子の精密分散・固定化
 - 3.2 粒子複合化による難溶性薬物の溶出速度の向上
 - 3.3 溶出速度の制御
 - 3.4 打錠性の向上
4. まとめ

第11節 乾式コーティングによる多層コーティング放出制御微粒子の調製 (坂本 宜俊)

1. 乾式コーティングによる多層コーティング放出制御微粒子の設計スキーム
2. 薬物貯蔵層の形成
3. 放出制御層の形成
 - 3.1 放出制御基剤の粘度
 - 3.2 放出制御層形成時の温度の影響
 - 3.3 放出制御層の層厚の増加
 - 3.4 放出制御層の多層コーティング
4. 本事例における乾式コーティングを用いた多層コーティングのポイント

第12節 微粒子の表面改質・複合化を利用した口腔内崩壊錠の開発 (奥田 豊)

1. 微粒子の表面改質・複合化による粒子設計技術
2. 口腔内崩壊錠(Orally disintegrating tablets : ODT)
3. ODT 化技術の推移と臨床的課題
4. 添加剤からの設計アプローチ
5. 微粒子コーティング技術を利用した ODT 化技術の開発
6. ODT の吸水特性評価
7. 機能性微粒子を含有する ODT の設計

第13節 化粧品用ナノ粒子複合粉体の 1-step 湿式処理・混合乾燥プロセスと使用感評価 (鈴木 高広)

1. 肌環境と化粧品の粉体技術
 - 1.1 アンチエイジング化粧料の開発動向
 - 1.2 UV 遮蔽剤の使用感
2. UV 遮蔽剤複合粉体の開発
 - 2.1 薄片板状粉体とナノ粒子の複合化
 - 2.2 薄片板状複合粉体の 1-step 湿式処理乾燥法

第14節 保湿性・抗菌性を兼ね備えたバイオベーススキンケア素材 (佐藤 俊)

1. スキンケア素材としての保湿剤と抗菌剤
 - 1.1 保湿剤
 - 1.2 抗菌剤
2. 保湿性と抗菌性を兼ね備えた新しい素材：グリセリン酸
 - 2.1 グリセリン酸の保湿性
 - 2.2 グリセリン酸の抗菌性
 - 2.3 グリセリン酸および誘導体のヒト皮膚細胞への影響

第15節 機能性食品粉体の開発 (門田 和紀, 戸塚 裕一)

1. 機能性食品粉体の戦略的な製品開発

2. 溶解性改善に使用される食品添加剤
3. 酵素処理化合物を用いた機能性食品粉体の作製
4. 粉碎を利用した機能性食品粉体の開発
5. 機能性食品粉体の今後の展開

第16節 亜臨界流体を用いた新たな食品工技術の開発

(小林 敬)

1. 亜臨界水の定義
2. 亜臨界水の特徴と食品加工
3. 脂質と亜臨界水
4. ナノエマルジョンの調製
5. 亜臨界水抽出
 - 5.1 亜臨界水抽出による乳化性物質の回収
 - 5.2 亜臨界水処理抽出物の粉体化
6. 亜臨界水中での反応
 - 6.1 糖類の分解と異性化
 - 6.2 リグニン類の低分子化・不均化
 - 6.3 脂質の分解と異性化
7. 亜臨界水処理の食品加工への応用

応用編第2章 新材料への展開

第1節 CeO₂ ナノ粒子で修復した Pr₆O₁₁ によるディーゼルパーティキュレートの低温酸化

(石原 達己)

1. ディーゼルエンジン技術の課題
2. PM 低温酸化の必要性
3. Pr₆O₁₁ 系触媒における添加物効果
4. まとめ

第2節 高分子保護金属銅微粒子の合成と応用展開

(米澤 徹)

1. 高分子による銅微粒子・ナノ粒子の利点と可能性
2. 高分子を用いた銅微粒子の合成と安定性
3. ゼラチンに保護された銅微粒子の MLCC 内部電極への展開
4. ゼラチン保護銅微粒子の低温焼結
5. 分解性高分子を用いた銅微粒子の合成と応用
6. まとめ

第3節 強発光する間接遷移型半導体を創製する表面制御技術

(白幡 直人)

1. 光る環境半導体シリコン
2. バルク結晶からの発光
3. 表面修飾により増強される蛍光量子収率
4. 表面修飾方法
5. Si 蛍光体の将来性

第4節 海水から回収した MgO 粒子とその応用

(松井 誠二)

1. MgO 粒子
2. 海水法 MgO について
 - 2.1 海水法 MgO の製造フロー
 - 2.2 海水法 MgO 市販品の性状
3. 海水法 MgO の応用例
 - 3.1 ゴム添加剤用途
 - 3.2 プラスチック添加剤用途
 - 3.3 熱伝導性フィラーとしての応用
4. 表面処理による品質改善例
 - 4.1 耐水性の改善
 - 4.2 耐酸性の改善
5. 今後の展望

第5節 放射能高汚染水の高度除染用複合吸着剤の開発

(三村 均, 松倉 実)

1. 高汚染水の発生と処理
2. セシウム高選択性吸着剤の構造と選択性

3. 高機能化の手法

- 3.1 高選択性吸着剤の多孔性無機担体 (ゼオライト, シリカゲル等)への担持
- 3.2 ハイブリッド化ゼオライト
4. まとめ

第6節 板状コロイド粒子の電気光学効果を利用した光学素子

(西村 聡, 井上 貴仁)

1. コロイド粒子の電気光学効果
2. コロイド粒子の界面電気二重層におけるイオン濃度分極と緩和
3. 板状コロイド粒子の懸濁液における電気光学効果
4. 板状コロイド粒子の電気光学効果を利用した光学素子への展開
5. まとめ

第7節 耐熱性・透明性に優れたシリコーンバインダの開発

(小川 雄史)

1. シリコーンとは
2. シリコーンの硬化系について
3. シリコーン-シリカハイブリッド
 - 3.1 シリコーン-シリカハイブリッドの透明性
 - 3.2 シリコーン-シリカハイブリッドの耐熱性
 - 3.3 耐熱性向上への取り組み
 - 3.4 耐熱性に優れた熱伝導シート
4. まとめと今後の展望

第8節 無機蛍光体の表面構造を利用した化学センサの創製

(藤原 忍)

1. 発光を利用した可視化技術
2. 化学センサの機構と粒子構造の設計
3. CePO₄:Tb³⁺を用いた化学センサ
 - 3.1 ナノ粒子
 - 3.2 ゴルゲル膜
 - 3.3 SILAR 膜
 - 3.4 コアシェル粒子
 - 3.5 凝集体構造
4. 今後の展開

第9節 活物質粒子の傾斜組成制御によるリチウムイオン二次電池の性能向上

(小澤 隆弘)

1. 正極活物質粒子の開発
2. コアシェル正極粒子および傾斜組成正極粒子の合成法
3. 機械的手法によるコアシェル粒子の作製
4. 熱処理による傾斜組成スピネル粒子の作製
5. 高電位傾斜組成スピネル正極を用いた LIB 評価

第10節 SiC 系繊維の高強度化

(石川 敏弘)

1. SiC 系繊維の歴史的背景
2. 結晶質 SiC 繊維 (Tyranno SA) の製造工程
3. “欠陥”を正確に捉える手法ならびに“欠陥と強度の関係”
4. 高強度化を目的とした具体的な繊維中の“欠陥制御”
5. 結晶質 SiC 繊維の理論的強度と今後の展望

第11節 カーボンナノチューブ充填ゴム材料の特長と応用

(阿多 誠介)

1. カーボンナノチューブとは何か? その強みと弱み
 - 1.1 量産化された CNT の物性
 - 1.2 CNT の多様性
 - 1.3 CNT の分散
2. CNT ゴム複合材料の特性

- 2.1 電気特性
- 2.2 熱伝導性
- 2.3 酸化防止剤としての CNT
- 2.4 今後の CNT ゴム複合材料の展望

第12節 繊維粒子表面のナノ多孔質構造形成による超低熱伝導材料の開発

(近藤 光)

1. 開発の目的
2. ナノ多孔質構造形成による超低熱伝導性付与
3. ナノ粒子/繊維複合多孔体の作製プロセス
4. 複合化処理によるナノ粒子層形成過程の解析
5. 複合多孔体の低熱伝導性向上の検討と熱伝導機構解析
 - 5.1 異なる表面特性のシリカナノ粒子を用いた低熱伝導性向上の検討
 - 5.2 複合多孔体の熱伝導機構の解析

第13節 粉体フィラーのシランカップリング剤処理によるコンポジットの強靱化

(中村 吉伸, 藤井 秀司)

1. SCA による多分子層被覆
2. ヘア状、ネットワーク状処理層のキャラクタリゼーション
3. 処理層の構造が充填系の力学特性に及ぼす影響
4. SCA 添加法による界面の設計

第14節 表面処理による低環境負荷型住宅用防汚・抗菌セラミックスの開発

(井須 紀文)

1. これからのものづくり
2. 水使用量と防汚技術による環境負荷低減
3. タイルの防汚技術
4. トイレの防汚・抗菌技術
 - 4.1 水アカ汚れを防ぐ防汚技術
 - 4.2 細菌汚れを防ぐ防汚・抗菌技術
5. 今後の展望

第15節 粉体プロセスの高度化による小型大容量積層セラミックコンデンサ (MLCC) の開発動向

(中尾 修也)

1. 積層セラミックコンデンサ (MLCC) の小型大容量の歴史
2. MLCC の構造および製造工程
 - 2.1 MLCC の構造とその変遷
 - 2.2 MLCC の製造プロセス
3. 誘電体薄層化に求められる高信頼性設計
 - 3.1 薄層 MLCC の誘電体層の微細構造設計
 - 3.2 薄層 MLCC の積層構造設計
4. 誘電体粉体材料の粉体プロセス技術と今後の課題
 - 4.1 微粒チタン酸バリウム (BT) 粉体の開発
 - 4.2 誘電体粉体材料の粒子設計技術
5. MLCC における今後の粉体プロセス

第16節 メゾ複合構造制御によるペロブスカイト型強誘電体の物性向上

(和田 智志)

1. 現状の誘電体とその問題点
2. メゾ複合構造制御による新規誘電体材料の提案
3. KNbO₃/BaTiO₃ メゾ複合構造セラミックス新規誘電体材料の可能性
4. 今後の誘電体材料の展開

第17節 無機ナノシートでつくる新規ハイブリッド材料

(長田 実)

1. ナノシートの合成
2. ナノシートのハイブリッド化
3. ナノシートハイブリッドの応用



応用編第3章 新製造技術への展開



第1節 PVDによるコアシェル型ナノ粒子 複合材料の作製

(中村 圭太郎)

1. PVDによるコアシェル構造ナノ粒子について
2. RF熱プラズマの特徴
3. ナノ粒子の作製方法
4. コアシェル構造ナノ粒子
 - 4.1 コア(金属)シェル(有機化合物)構造ナノ粒子の製法
 - 4.2 コア(金属)シェル(酸化物)構造ナノ粒子の製法
 - 4.3 コア(金属)シェル(酸化物)構造ナノ粒子の生成機構の考察
 - 4.4 コア(金属)シェル(酸化物)構造ナノ粒子の安定性/反応性
 - 4.5 コアシェル構造ナノ粒子の特性と後処理による機能性の向上
5. まとめ

第2節 反応性金属クラスターの精密合成と 触媒機能の開拓

(田邊 真, 小坂田 耕太郎, 山元 公寿)

1. 金属クラスター
2. 有機金属クラスター
 - 2.1 π 受容配位子を持つ金属クラスター
 - 2.2 σ 供与配位子を持つ金属クラスター
3. サブナノ金属クラスター
 - 3.1 デンドリマー保護金属クラスターの合成
 - 3.2 サブナノ白金クラスターの触媒機能
4. まとめ

第3節 マイクロリアクター法による無機近赤外 蛍光体ナノ粒子の合成

(石垣 雅, 大観 光徳)

1. マイクロリアクター(MR)による無機ナノ蛍光体合成の有効性
2. MR合成装置の構成と特徴
3. 合成した $\text{YVO}_4:\text{Nd}, \text{Yb}$ 蛍光体ナノ粒子の結晶性と発光特性
4. 熱力学的計算による各種イオン濃度の考察
5. まとめ

第4節 高純度アルミナ微粒子の製造と用途

(東 紀史, 酒谷 能彰)

1. 高純度アルミナの特徴
2. 高純度アルミナの製造技術
 - 2.1 アルミニウムアルコキシドの加水分解法
 - 2.2 *In Situ* Chemical Vapor Deposition 法
 - 2.3 ナノサイズ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の製造方法
3. 高純度アルミナの用途展開
 - 3.1 単結晶サファイア用途
 - 3.2 自動車用センサ用途
 - 3.3 半導体用途
 - 3.4 リチウムイオン電池用途
 - 3.5 超微粒 α アルミナ粉末の新用途展開
4. まとめ

第5節 錯体重合法による機能性セラミックス 粉体の作製

(垣花 真人, 小林 亮, 加藤 英樹,
富田 恒之, 佐藤 泰史)

1. PC法の原理
2. PC法による機能性セラミックスの合成
 - 2.1 PC法による $\text{YbBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ の合成
 - 2.2 PC法による $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Ta}_{0.5}\text{Ti}_{0.5}\text{O}_2\text{N}$ の合成
 - 2.3 PC法によるRhドーブ SrTiO_3 光触媒の合成
 - 2.4 PC法による Mn^{4+} 賦活 $\text{La}_2\text{MgTiO}_6$ 蛍光体の合成
3. PC法が適用困難な元素と解決法

- 3.1 PCプロセス時に原料が揮発し組成ズレを起こす事例: ホウ素およびケイ素を含む系
- 3.2 共存イオンと沈殿析出して不均一化する事例: リンを含む系
- 3.3 PCプロセス時に生成する水(エステル反応の生成物)の影響で組成ズレを起こす事例: チタン, ニオブ, タンタルを含む系
4. まとめ

第6節 溶液プロセスによるナノクリスタルの合成 と高機能セラミックスへの応用

(三村 憲一, 加藤 一実)

1. ナノクリスタル技術の重要性
2. 誘電体ナノクリスタルの合成と三次元規則配列集積化技術の開発
 - 2.1 チタン酸バリウム系ナノキューブの水熱合成
 - 2.2 ナノキューブ三次元規則配列集積化技術の開発
3. チタン酸バリウム系ナノキューブ集積体の特異な誘電特性とその起源
4. 機能性セラミックスとしてのナノクリスタル技術の課題と可能性

第7節 超臨界水熱法による有機・無機 ハイブリッドナノ粒子合成

(横 哲, 成 基明, 相田 努, 北條 大介,
菅居 高明, 阿尻 雅文)

1. 超臨界水の特性
2. 超臨界水熱合成法
 - 2.1 原理とプロセス
 - 2.2 超臨界水熱法により合成したナノ粒子
3. 超臨界水中での有機修飾ナノ粒子合成
 - 3.1 原理
 - 3.2 有機修飾による露出面制御, クラスター形成
4. 有機修飾ハイブリッドナノ粒子の分散技術と超ハイブリッド材料

第8節 高分子コロイドを利用した炭素繊維強化 熱可塑性樹脂(CFRTP)の高強度化

(山本 徹也)

1. 炭素繊維熱可塑性強化樹脂の課題
2. 高分子コロイドによる炭素繊維束の表面処理技術
3. 炭素繊維と熱可塑性樹脂の界面接着性評価
4. CFRTPの作製とその断面観察による熱可塑性樹脂の含浸性評価
5. 高分子コロイドにより表面修飾したCFRTPの力学物性の評価

第9節 表面改質技術としてのナノダイヤモンド 複合めっき処理と摩擦・摩耗特性

(小泉 将治)

1. 複合めっき
2. ナノダイヤモンドの分散処理
 - 2.1 ナノダイヤモンド(ND)
 - 2.2 グラフト重合法による分散
3. ND複合めっき被膜
4. ND複合めっき被膜の機械的特性
5. ND複合めっき被膜の摩擦・摩耗特性
6. ND複合めっきのトライボロジー部品への適用

第10節 活性金属融液を利用した炭化物, ホウ化物, ケイ化物, および ケイ素の作製

(山根 久典, 山田 高広, 森戸 春彦)

1. 活性金属融液を利用した非酸化物の合成
2. SiC粉体と多孔体の作製
3. 遷移金属ケイ化物の合成
 - 3.1 $\beta\text{-FeSi}_2$
 - 3.2 $\text{CrSi}_2, \text{MnSi}_{1.7+\delta}, \text{CoSi}$
 - 3.3 MoSi_2

- 3.4 NbSi_2
4. 遷移金属炭化物粉体の作製
5. Siの形態制御と高純度化および SiO_2 からのSiの精錬
 - 5.1 Siの形態制御
 - 5.2 Siの高純度化
 - 5.3 Siの精錬
6. 酸化物原料からの ZrB_2 の合成

第11節 電界紡糸法によるセラミックス ナノファイバの作製

(堀江 雄二)

1. 電界紡糸法の原理
2. 電界紡糸法の特徴
3. ナノファイバの応用
4. ナノファイバの形成を左右するパラメータ
 - 4.1 原料液
 - 4.2 雰囲気
 - 4.3 ノズル
 - 4.4 印加電圧
 - 4.5 吐出速度(Feed rate)
5. セラミックスナノファイバ不織布シートの作製例
 - 5.1 酸化チタンナノファイバ
 - 5.2 酸化タングステンナノファイバ
 - 5.3 ITOナノファイバと配向膜
 - 5.4 コア・シース型ナノファイバ
 - 5.5 デュアルスピニングを用いた複合ナノファイバ
6. 今後の展望

第12節 高周波グロー放電発光分光分析 (rf-GD-OES)による迅速な表面評価

(藤本 明良, 山田 紘子)

1. rf-GD-OESとは
2. 原理と特徴
3. 深さ方向定量分析方法
4. 粉体材料の分析
 - 4.1 粉体材料の深さ方向分析
 - 4.2 粉体材料の定量分析
5. rf-GD-OESのさらなる活用法

索引