

総 目 次

総 説

第1章 新素材関連産業の現状と政策的対応

〈武田 一彦〉

| | |
|----------------------------------|---|
| 1. 新素材開発の意義 | 3 |
| 1.1 技術革新の鍵となる新素材開発 | 3 |
| 1.2 国民生活の高度化に資する新素材 | 3 |
| 1.3 産業構造の高度化及び基礎素材産業の再活性化に資する新素材 | 4 |
| 2. 新素材開発及び実用化の問題点 | 4 |
| 2.1 開発・企業化に伴うリスク | 4 |
| 2.2 ユーザーニーズの把握の困難性 | 4 |
| 2.3 試験評価体制の不備 | 5 |
| 2.4 人材の不足 | 5 |
| 2.5 原料供給の不安定性 | 5 |
| 3. 通産省の新素材関連施策 | 5 |
| 3.1 国による研究開発の推進 | 5 |
| 3.2 民間の研究開発への助成 | 5 |
| 3.3 新素材の実用化支援等 | 6 |
| 3.4 原料の安定供給の確保 | 6 |

第2章 材料科学技術推進の基本方向

〈千場 静夫〉

| | |
|---------------------------|----|
| 1. 物質・材料系科学技術に関する研究開発基本計画 | 7 |
| 1.1 基本的な考え方 | 7 |
| 1.2 重要研究開発目標 | 7 |
| 1.3 研究開発の推進方策 | 9 |
| 2. 科学技術振興調整費 | 9 |
| 2.1 六つの基本方針 | 9 |
| 2.2 予算 | 9 |
| 2.3 計画策定 | 10 |

| | |
|-----------------------|----|
| 2.4 実施体制 | 10 |
| 2.5 物質・材料系関係課題 | 10 |
| 3. 超電導材料研究マルチコアプロジェクト | 10 |
| 3.1 基本理念 | 10 |
| 3.2 プロジェクトの推進メカニズム | 10 |

第3章 先端材料への将来の道 〈J. エコノミー〉

Future Pathways to Advanced Materials

| | |
|--------------------------|----|
| 1. 序 | 12 |
| 2. 多角化の手段としての新材料の研究開発 | 12 |
| 3. 改良型材料プロセス及び製品に関する研究開発 | 13 |
| 4. 先端材料における政府のイニシアティブ | 14 |
| 5. 先端材料技術の獲得 | 15 |
| 6. 結論 | 15 |

第4章 日本における新素材の研究と実用化の方 向

〈中原 恒雄〉

| | |
|---------------|----|
| 1. はじめに | 16 |
| 2. 世界の中の日本 | 16 |
| 2.1 経済活動 | 16 |
| 2.2 研究動向 | 16 |
| 3. 日本の新素材開発 | 17 |
| 3.1 ノーベル賞 | 17 |
| 3.2 新素材開発 | 18 |
| 3.3 技術開発水準 | 18 |
| 4. 高温超電導 | 18 |
| 4.1 超電導の歴史 | 18 |
| 4.2 キーテクノロジー | 19 |
| 4.3 超電導の研究状況 | 19 |
| 4.4 国家予算と市場予想 | 20 |
| 5. イノベーションレース | 21 |
| 6. まとめ | 22 |

新材料作成技術の最新動向

第1章 新材料創成のためのクラスターイオンビーム技術 <高木 俊宜>

| | |
|------------------------|----|
| 概要 | 25 |
| 1. はじめに | 25 |
| 2. ICB蒸着装置 | 25 |
| 3. ICB蒸着過程 | 26 |
| 4. ICB蒸着膜の特性 | 27 |
| 4.1 半導体デバイスへの応用 | 27 |
| (a) メタライゼーションとVLSIへの応用 | 27 |
| (b) 化合物半導体 | 27 |
| (c) 絶縁物薄膜 | 29 |
| 4.2 磁気光学デバイスへの応用 | 30 |
| 4.3 有機物薄膜 | 30 |
| 4.4 高温超伝導薄膜 | 30 |
| 5. ICB-マイクロ波イオン源併用方式 | 31 |
| 6. むすび | 31 |

第2章 セラミックスのナノコンポジットゾルゲルプロセッシング <S. コマネニ>

Nanocomposite SOL-GEL Processing of Ceramics

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. 要約 | 33 |
| 2. 緒言 | 33 |
| 3. 実験方法 | 33 |
| 3.1 ムライトゲル | 33 |
| 3.2 アルミナゲル | 34 |
| 3.3 ジルコン ($ZrSiO_4$) ゲル | 34 |
| 3.4 ジルコンの結晶化温度の測定 | 34 |
| 4. 結果と考察 | 34 |
| 4.1 二相ムライトゲルによるち密化の促進 | 34 |
| 4.2 同構造シードによるアルミナゲルの結晶化温度の低下 | 36 |
| 4.3 組成的かつ構造的二相ゲルによるジルコンの結晶化温度の低下 | 37 |
| 5. 結論 | 37 |

第3章 ガス圧燃焼焼結のプロセス開発 <宮本 鉄生>

| | |
|------------------|----|
| 1. 加圧燃焼焼結法の特徴と利点 | 39 |
| 2. ガス圧燃焼焼結法の開発 | 40 |

| | |
|---------|----|
| 3. 組織制御 | 41 |
| 4. まとめ | 42 |

第4章 電子線を用いた非平衡相の創製

<藤田 廣志・森 博太郎>

| | |
|--|----|
| 1. はじめに | 44 |
| 2. アモルファス固体の創製とそれに関連した諸現象 | 45 |
| 2.1 金属間化合物のアモルファス固体化とそれに基づくアモルファス固体化の一般則 | 45 |
| 2.2 ナノ・ブロックの原子構造とその性質 | 47 |
| 3. 異種原子の固体内注入 (EII-FAI) とそれに関連した諸現象 | 47 |
| 3.1 EII-FAIを左右する諸因子 | 47 |
| 3.2 電子チャンネリングと加速電圧 | 48 |
| 3.3 EII-FAIの機構とこの手法による新素材の一例 | 50 |
| 4. おわりに | 51 |

第5章 化学結合とインターカレーションの化学

<P. ハーゲンミュラー>

Chemical Bonding and Intercalation Chemistry

層間化合物 (ホスト格子; 黒鉛), 層状酸化物, カルコゲナイトなどの性質について

52

第6章 新しいプロセスを用いた新しい高分子

複合系 <ロバート R. マテソン Jr.>

New Polymeric Composite Systems via Novel Processes

微粒子状の半導体の製造と安定化を同時に行なうプロセス, 反応体をポリマー層内に制限的に拡散させる方法に基づくプロセスを解説

55

第7章 加圧含浸法による金属基複合材料の凝固に関する基礎問題 <J. A. コーニー>

Fundamental Aspects of Solidification Processing of Metal Matrix Composites by Pressure Infiltration Techniques

| | |
|--------------------|----|
| 1. 緒言 | 58 |
| 2. 含浸プロセス | 58 |
| 3. 一軸方向平面前面含浸 - 実験 | 60 |
| 3.1 外部冷却 | 61 |

| | |
|---------|----|
| 3.2 ぬれ性 | 61 |
| 4. 結論 | 62 |
| 5. 討論 | 62 |

半導体材料の最新技術動向

第1章 半導体人工構造の発端とその後の発展

＜江崎 玲於奈＞

| | |
|------------------------|----|
| 1. はじめに | 67 |
| 2. 超格子結晶成長とヘテロエピタキシー | 68 |
| 3. 共鳴トンネルダイオード | 69 |
| 4. 光学特性 | 70 |
| 5. 変調ドーピング | 72 |
| 6. InAs/GaSb系および他の超格子系 | 72 |
| 7. 1次元および0次元電子系 | 73 |
| 8. おわりに | 75 |

第2章 超LSI技術と産業の将来動向

＜柴山 恒一＞

| | |
|-------------------|----|
| 1. 産業における構造変化 | 77 |
| 2. LSI産業の過去及び将来展望 | 78 |
| 3. VLSI技術の展開 | 78 |
| 4. 将来に向けての研究開発戦略 | 79 |

ファインセラミックスの最新動向

第1章 ファインセラミックスの開発

＜福浦 雄飛＞

| | |
|------------------------|----|
| 1. ファインセラミックス発展の経緯 | 85 |
| 2. ファインセラミックス製品の開発動向 | 85 |
| 2.1 高密度多層配線基板・パッケージ | 85 |
| 2.2 アルミナセラミックスの高周波への応用 | 87 |
| 2.3 セラミックターボロータの開発 | 87 |
| (1) ガス圧焼結(GPS) | 88 |
| (2) 接合 | 88 |
| (3) ロータの製造・評価 | 89 |
| 3. おわりに | 90 |

第2章 エレクトロニクスセラミックスの21世紀への潮流

＜早川 茂＞

| | |
|---------|----|
| 1. はじめに | 91 |
|---------|----|

| | |
|--|----|
| 2. 開発の歴史 | 91 |
| 3. 開発概念と具体例 | 92 |
| 3.1 黒色薄膜材料の発見により高コントラスト化を実現した薄膜ELディスプレイ | 92 |
| 3.2 焦電材料PbTiO ₃ にLaを添加した薄膜を用いることにより赤外線センサの性能指数を最適化 | 93 |
| 3.3 液晶ディスプレイパネル用a-Si TFT素子のON電流を減らすことなしにOFF電流のみを減少 | 93 |
| 3.4 薄膜磁気テープの保磁力の値を入射角により制御 | 94 |
| 3.5 SnO ₂ 超微粒子ガス感応膜の動作温度を一定速度で加熱掃引したときのガス検知パターンの相違によりガスの種類を検知 | 94 |
| 4. 薄膜化への動向 | 95 |
| 5. おわりに | 95 |

第3章 ナノ結晶材料の構造と性質

＜H. グライター＞

Structure and Properties of Nanocrystalline Materials

| | |
|------------------------|-----|
| 1. ナノ結晶材料の合成 | 96 |
| 2. 構造 | 97 |
| 2.1 微構造 | 97 |
| 2.2 原子的構造 | 97 |
| 2.2.1 陽電子寿命分光法 | 98 |
| 2.2.2 メスバウアー分光法 | 98 |
| 2.2.3 水素吸収 | 99 |
| 2.2.4 ラマン分光法 | 99 |
| 3. 物性 | 99 |
| 3.1 自己拡散 | 99 |
| 3.2 溶質拡散 | 100 |
| 3.3 固溶度の増加 | 100 |
| 3.4 比熱、エントロピーおよびエンタルピー | 100 |
| 3.5 熱膨脹 | 101 |
| 3.6 磁気的性質 | 101 |
| 3.7 硬度と破壊応力 | 101 |
| 3.8 ナノ結晶セラミックスの塑性変形 | 101 |
| 4. ナノ結晶合金(NCA) | 103 |
| 5. 将来の見通し | 103 |

ニューガラスの最新動向

第1章 レーザガラスの開発と進歩

〈泉谷 徹郎〉

| | |
|------------------------|-----|
| 1. 緒言 | 107 |
| 2. レーザガラスの科学の進歩 | 108 |
| 2.1 レーザガラスに要求される性質 | 108 |
| 2.2 輻射遷移 | 109 |
| 2.3 非輻射遷移 | 112 |
| 3. レーザガラス製造技術の進歩 | 113 |
| 3.1 水分の除去 | 113 |
| 3.2 白金異物の除去 | 113 |
| 3.3 高出力高繰返し用レーザガラス | 113 |
| 3.4 chemical polishing | 114 |
| 3.5 イオン交換 | 115 |
| 3.6 低損失レーザガラス | 115 |
| 4. むすび | 115 |

第2章 機能性ガラス：製造と応用

〈G. H. フリッシャート〉

Functional Glasses : Fabrication and Application

レーザガラス、光導波管、特殊な光学的用途あるいは耐熱関連用途向けの被覆フロートガラス、表面伝導ガラス、電気クロム層などについて 116

高分子材料の最新動向

第1章 新規導電性ポリマーの合成

触媒修飾、合成条件、ポリマー骨格反応と性質との相互関係 〈H. ナールマン〉

Synthesis of New Electrically Conducting Polymers-Correlations between Modifications of Catalysts; Synthesis Conditions, Polymer Backbone Reactions and Properties

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 1. $(-\text{CH}=\text{CH}-)_x$ の化学修飾 | 121 |
| 2. ポリヘテロ環化合物の化学修飾 | 122 |

第2章 配向ポリアセチレンフィルムの直接合成

〈白川 英樹・赤木 和夫・荒谷 康太郎〉

| | |
|--------------|-----|
| 1. 実験 | 124 |
| 1.1 液晶混合物の調製 | 124 |
| 1.2 アセチレンの重合 | 125 |
| 2. 結果と考察 | 125 |

第3章 海洋生物の粘着性タンパク質

次世代高分子のモデルになりうるか？

〈J. H. ウエイト〉

Marine Adhesive Proteins : Models for A New Generation of Polymers ?

| | |
|----------------------|-----|
| 1. はじめに | 127 |
| 2. 海産生物の接着現象に関する記録 | 127 |
| 3. ムラサキイガイの足糸 | 127 |
| 4. ポリフェノールタンパク質の人工合成 | 128 |
| 5. 接着剤への応用 | 131 |
| 6. おわりに | 131 |

第4章 高分子物質から制ガン剤の制御放出

〈C. G. ゲーベライン〉

Controlled Release of Anti-Cancer Agents from Polymeric Materials

| | |
|----------|-----|
| 1. 実験方法 | 133 |
| 2. 結果と考察 | 134 |
| 3. 結論 | 135 |

第5章 高分子と希土類

〈孫 書棋〉

| | |
|--|-----|
| 1. 希土類高分子機能材料の領域において | 137 |
| 1.1 希土類を分離させる高分子機能材料について | 137 |
| 1.2 Ln^{+3} を含む高分子発光材料について | 137 |
| 2. 希土類重合触媒とその高分子の領域において | 138 |
| 2.1 高活性 $\text{LnX}_3/\text{AlR}_3\text{Cl}_{3-x}$ 系三元触媒とその高分子について | 138 |
| 2.2 $\text{R}_x^{\downarrow} \cdot \text{LnCl}_{3-x} \cdot \text{NX}/\text{AlR}_3$ 系二元触媒とその高分子について | 141 |

金属材料の最新動向

第1章 メカニカルアロイイングによる非晶質金

属と永久磁石 〈L. シュルツ〉

Mechanically Alloyed Amorphous Metals

and Permanent Magnets

| | |
|------------------------|-----|
| 1. 緒論 | 147 |
| 2. メカニカルアロイイングによるガラス形成 | 147 |
| 2.1 ガラス形成のプロセス | 148 |
| 2.2 ガラス形成範囲 | 152 |
| 2.3 ガラス形成系 | 153 |
| 2.4 考察 | 155 |
| 3. メカニカルアロイイングによる永久磁石 | 155 |
| 3.1 作製法 | 155 |
| 3.2 磁気特性 | 157 |
| 4. 結論 | 157 |

第2章 超耐熱合金の研究と開発の動向

〈田中 良平〉

| | |
|----------------------------|-----|
| 1. はじめに | 159 |
| 2. ガスタービン動翼用超合金 | 159 |
| 3. 日本におけるガスタービン動翼用超合金の研究開発 | 160 |
| 4. 日本における高温ガス炉用超合金の研究開発 | 161 |
| 4.1 第1世代合金の開発 | 161 |
| 4.2 第2世代合金の開発 | 162 |
| 5. おわりに | 162 |

第3章 非晶質金属の最近の動向

〈長谷川 龍介〉

| | |
|---------------|-----|
| 1. 原子配列と物性 | 163 |
| 2. 非晶質形成性と安定性 | 163 |
| 3. 磁気特性 | 163 |
| 4. 電気的特性 | 164 |
| 5. 化学的特性 | 164 |
| 6. 金属結合 | 164 |

第4章 金属表面の変成 微構造と機能

〈村田 朋美〉

| | |
|-------------------------|-----|
| 1. 元素の富化による表面変成 | 165 |
| 2. 新しい相、又は層の形成による表面変成 | 165 |
| 3. イオンインプランテーションによる表面変成 | 165 |
| 4. 解決すべき諸問題 | 167 |

電子デバイス材料の最新動向

第1章 電子波デバイス

〈難波 進〉

| | |
|-----------------|-----|
| 1. はじめに | 171 |
| 2. 電子波デバイスの加工技術 | 171 |
| 3. 電子波デバイス | 171 |
| 4. 一次元サイズ効果 | 173 |
| 5. おわりに | 173 |

第2章 三次元回路素子

〈赤坂 洋一〉

| | |
|-------------------|-----|
| 1. はじめに | 174 |
| 2. プロセス技術の現状 | 174 |
| 3. デバイス技術 | 176 |
| 3.1 ワンジスタ性能 | 176 |
| 3.2 積層構造の高密度化デバイス | 176 |
| 3.3 多機能デバイスへの応用 | 178 |
| 4. おわりに | 179 |

光通信用材料の最新動向

第1章 長波長光通信用半導体

〈M. A. ポラック〉

Semiconductors for Long Wavelength Optical Communications

| | |
|--|-----|
| 1. 序論 | 183 |
| 2. 材料についての一般的な考察 | 183 |
| 3. 1.3 μm から1.6 μm の波長領域の半導体材料 | 184 |
| 4. 2 μm から4 μm の波長領域の半導体材料 | 185 |
| 5. 将来の挑戦 | 185 |

第2章 オプトエレクトロニクス用材料

〈J. I. パンコープ〉

Materials for Optoelectronics

| | |
|---------|-----|
| 1. 光発生 | 188 |
| 2. 光検出 | 189 |
| 3. 光反復器 | 190 |
| 4. 変調器 | 190 |

メモリ材料の最新動向

第1章 光磁気メモリ材料

〈内山 晋〉

| | |
|-------------------------|-----|
| 1. 光磁気メモリ概要 | 193 |
| 2. 記録媒体に要求される特性 | 193 |
| 3. メモリ媒体としての希土類—鉄族薄膜の特性 | 194 |
| 4. 希土類—鉄族系多元合金膜記録媒体 | 194 |
| 5. 磁気記録との比較 | 195 |
| 6. 光磁気メモリ媒体研究の動向 | 195 |
| 7. むすび | 196 |

第2章 磁気記録用微粒子の表面特性とその制御

〈岸本 幹雄・端山 文忠〉

| | |
|-----------------|-----|
| 1. まえがき | 197 |
| 2. コバルト添加酸化鉄磁性体 | 197 |
| 3. メタル磁性体 | 199 |

高温超電導材料の最新動向

第1章 高温超電導の新展開

〈田中 昭二〉

| | |
|------------------|-----|
| 1. 超電導とは | 203 |
| 2. 超電導研究の歴史 | 204 |
| 3. 高温超電導物質の発見 | 205 |
| 4. 期待されるアプリケーション | 206 |
| 5. 21世紀への展望 | 208 |

第2章 高温超電導材料の実用化に向けて

〈一柳 肇〉

| | |
|----------------------|-----|
| 1. 諸言 | 210 |
| 2. 高温超電導材料に対する期待 | 210 |
| 3. 応用のための要素技術 | 211 |
| 4. 線材化に向けての開発現状 | 212 |
| 4. 1 固相法（粉末法）による線材化 | 213 |
| 4. 2 気相法（薄膜技術）による線材化 | 214 |
| 4. 3 融体法による線材化 | 216 |
| 4. 4 まとめ | 216 |

エネルギー関連材料の最新動向

第1章 水素貯蔵合金を用いた二次電池の開発

〈片岡 照榮・毛利 元男〉

| | |
|--------------------|-----|
| 1. 電極としての水素貯蔵合金の特性 | 219 |
|--------------------|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| 1. 1 水素貯蔵合金の応用 | 219 |
| 1. 2 水素貯蔵合金の電気化学的性質 | 219 |
| 1. 3 電極材料としての水素貯蔵合金 | 219 |
| 2. 水素貯蔵合金の二次電池への応用 | 220 |
| 2. 1 ニッケル-水素電池 | 220 |
| 2. 2 水素固体電解質電池 | 220 |
| 2. 3 マンガン-水素電池 | 221 |

第2章 ヨーロッパにおける太陽電池の現状

〈R. マルテン〉

| | |
|---|-----|
| Some Aspects of Solar PV Energy in Europe | |
| 1. 緒言 | 223 |
| 1. 1 アモルファスシリコン | 223 |
| 1. 2 代替材料（II-VIそして三成分黄銅鉱） | 223 |
| 1. 3 III-V化合物半導体 | 223 |
| 1. 4 結晶質シリコン薄膜 | 223 |
| 2. アモルファスSiに関するヨーロッパで行われている研究の実例 | 223 |
| 2. 1 グロー放電技術により調整したアモルファスシリコン太陽電池 | 223 |
| 2. 2 有望な代替a-Si蒸着法の評価 | 224 |
| 3. 結晶質シリコンの分野における1つのプロジェクトの検討 | 225 |
| 4. 結び | 228 |

第3章 a-Si太陽電池の最近の進歩

〈桑野 幸徳〉

| | |
|---------------------|-----|
| 1. はじめに | 229 |
| 2. a-Si太陽電池 | 229 |
| 3. a-Si太陽電池の変換効率の向上 | 229 |
| 3. 1 構造上の改善 | 230 |
| 3. 2 製法及び材料の改善 | 230 |
| 4. a-Si太陽電池の信頼性 | 230 |
| 5. a-Si太陽電池の応用 | 231 |
| 5. 1 集積型a-Si太陽電池の開発 | 231 |
| 5. 2 応用 | 231 |
| 6. a-Siのその他の応用 | 231 |
| 7. a-Si太陽電池の将来の展望 | 232 |