

目 次

はじめに 新素材と先端技術

- (1) 文明と素材 3
- (2) ハーフミリオンの素材へ 4
- (3) 先端技術と新素材 4

I 金属材料

〔 I 〕 超強力鋼

- (1) 金属の強度の解析 9
- (2) 超強力鋼の特性 10
- (3) 超強力鋼のウラン濃縮, 超高速遠心分離機などへの応用 12
- (4) 高張力鋼の自動車への応用 13
- (5) 高張力鋼の航空機脚への応用 14

〔 II 〕 超耐熱合金への要請

- (1) 超耐熱合金への要請 16
- (2) ジェットエンジン用超耐熱合金 17
- (3) 複合サイクル発電ガスタービン用超耐熱合金 19
- (4) 多目的高温ガス炉用超耐熱合金 21

〔 III 〕 共晶合金一方向凝固材料

- (1) 共晶合金一方向凝固材料の製造法 23
- (2) 共晶合金一方向凝固材料の特性 24
- (3) 共晶合金一方向凝固材料の応用 24
- (4) 単結晶一方向凝固材料 25

〔 IV 〕 高融点金属

- (1) 高融点金属の種類とその特性 26
- (2) 高融点金属の応用 28

〔 V 〕 原子炉材料

- (1) 原子力利用のしくみ 30
- (2) 高速増殖炉(FBR) 31
- (3) 核融合炉 33
- (4) 軽水炉, 高速増殖炉, 高温ガス炉材料 35

〔 VI 〕 超電導材料

- (1) 超電導の概念と臨界条件 43
- (2) Nb・Ti合金線材 45

(3) 金属間化合物線材	46
(4) 極低温冷凍冷却システム	49
(5) 核融合炉への応用	51
(6) 磁気浮上列車への応用	52
(7) 超電導発電機への応用	54
(8) MHD (Magnetic Hydro Dynamo) 発電システムへの応用	56
(9) 磁気冷凍システムへの応用	57
(10) 超電導電力貯蔵システム, 電力系統安定化システム, 超電導送電システムへの応用	58
〔VII〕 極低温材料	
(1) 低温材料の種類, 特性	62
〔VIII〕 形状記憶合金	
(1) 形状記憶合金の形状記憶と超弾性	65
(2) 形状記憶合金の応用	67
〔IX〕 水素吸蔵金属と水素	
(1) 水素貯蔵金属の特性	72
(2) 水素の特性とその利用分野	74
(3) 水素吸蔵金属の応用	76
〔X〕 アモルファス金属	
(1) アモルファスの概念	78
(2) アモルファス金属の製法	79
(3) アモルファス金属の特性	82
(4) 磁気ヘッドへの応用	84
(5) 巻鉄心への応用	86
(6) トランス鉄心への応用	86
(7) 光磁気記録方式への応用	88
(8) 書き替え可能の光ディスクへの応用	90
(9) 触媒への応用	91
〔XI〕 超硬合金	
(1) 炭化チタン基超硬合金(サーメット)	93
(2) タングステン・カーバイド基超硬合金	93
〔XII〕 レアメタル	
(1) レアメタルの概念	95
(2) 主要レアメタルの諸特性とその応用	96
〔XIII〕 チタン合金	
(1) チタンの製造法	103
(2) チタンの特性	103
(3) チタンおよびチタン合金の応用	105

II ファインセラミックス材料

〔 I 〕 工業材料としてのファインセラミックス材料

- (1) ファインセラミックスの概念 109
- (2) ファインセラミックスの高機能化 112
- (3) 原料粉体微粒子の製法 112
- (4) 成型法 114
- (5) 焼結法 115
- (6) 加工法 116

〔 II 〕 構造用ファインセラミックスの技術的問題

- (1) 格子欠陥の制御 118
- (2) 欠陥の非破壊検出法の確立 119
- (3) 設計上の配慮 119

〔 III 〕 超耐熱性構造材料としてのファインセラミックス

- (1) 高温高強度セラミックスの概念 121
- (2) 窒化硅素(Si_3N_4) 122
- (3) 炭化硅素(SiC) 124
- (4) サイアロン(Sialon) 126
- (5) ジルコニア, 部分安定性ジルコニア 127

〔 IV 〕 セラミックエンジンへの応用

- (1) エネルギー効率(熱効率)向上 130
- (2) 欧米におけるセラミックエンジンの開発動向 131
- (3) わが国におけるセラミックエンジンの開発動向 134
- (4) わが国における産業用ガスタービンのセラミック化開発動向 135
- (5) その他の自動車用セラミックス 137

〔 V 〕 原子炉用セラミックス

- (1) 核燃料関連への利用 138
- (2) 制御材料への応用 139
- (3) 減速材, 反射材への応用 140
- (4) 核融合炉への応用 140

〔 VI 〕 その他の機器構造材への応用

- (1) シリコン単結晶引上装置への応用 142
- (2) エピタキシャル成長用サセプターへの応用 143
- (3) 熱交換器への応用 143
- (4) バルブへの応用 144

〔 VII 〕 超硬質セラミックスとその応用

- (1) 超硬質セラミックスの種類 146

(2) 人工合成ダイヤモンド	146
(3) 窒化ほう素(ボロンナイトライド)と立方晶窒化ほう素(CBN)	148
[VIII] 触媒担体および酵素担体への応用	
(1) 触媒担体への応用	151
(2) 固定化酵素担体への応用	152
[IX] その他のセラミックスとその応用	
(1) 快削性セラミックス	155
(2) 透明セラミックス	155
(3) コーディエライト	156
(4) セラミックス溶射	157
[X] レアアース(希土類)とその応用	
(1) レアアース(希土類)の概念	159
(2) レアアースの応用	160

III エレクトロニクス・オプトエレクトロニクス材料

[I] エレクトロニクス技術とエレクトロニクス材料	
(1) 富士山型に頂上を高め, 裾野を広げるエレクトロニクス技術	165
(2) エレクトロニクス技術を支えるエレクトロニクス材料	167
[II] 半導体材料としてのシリコン単結晶	
(1) シリコン単結晶の概念	169
(2) シリコン単結晶の製法	171
(3) シリコン・ウェハーの加工	172
[III] シリコン単結晶の IC, LSI への応用	
(1) 真空管に代替する半導体トランジスタ	174
(2) 半導体特性を利用した N 型, P 型, I 型化	174
(3) N 型, P 型半導体を利用した電子回路のパーツ	176
[IV] IC, LSI の製造法	
(1) 微細電子回路の形成	179
(2) エッチングにおけるドライ化技術	181
(3) イオン打ち込みによるドーピング技術	182
(4) LP・CVD 法, スパッタ法によるデポジション(堆積)	183
(5) リソグラフィの技術的問題点	184
(6) 3次元回路素子と SOI 技術	188
[V] 半導体材料としての化合物半導体	
(1) 化合物半導体の概念	190
(2) 化合物半導体の特性	192

(3) HEMT, 起格子素子と分子線結晶生成	193
(4) 分子線結晶生成(MBE)と有機金属気相成長(MO-CVD)	195
[VI] アモルファス半導体	
(1) 太陽電池の概念	197
(2) 光電変換率向上への開発	200
(3) アモルファス半導体の大面積化と量産性	203
(4) 感光材料としてのアモルファス半導体	203
(5) a-Si のその他への応用	206
[VII] ジョセフソン素子, 耐環境素子, 電荷結合素子	
(1) ジョセフソン素子(J・J)	208
(2) 耐環境強化素子	212
(3) 電荷結合素子 CCD (Charge Coupled Device)	214
[VIII] 半導体付帯材料	
(1) IC 用ボンディングワイヤとダイボンディング	218
(2) 電極	218
(3) 樹脂封止材料	219
(4) 半導体表面コート材	220
(5) レティクル・マスク材料	221
(6) フォトレジスト	221
(7) 超純水	223
[IX] 半導体実装材料(1) IC パッケージ	
(1) フラットパッケージとデュアルインパッケージ	227
(2) チップキャリア	228
(3) フィルムキャリア	229
(4) フリップチップ	230
(5) パッケージ材料による分類	230
(6) SOS (Sapphire on Silicon) 基板	233
[X] 半導体実装材料(2) 配線板(基板)	
(1) 配線板(基板)の分類	235
(2) 銅張積層配線板	236
(3) 多層プリント配線板	238
(4) 銅メッキ(フルアディティブ)配線板	240
(5) フレキシブル配線板(FPC)	242
(6) マルチワイヤ配線板(MWB)	243
(7) セラミック配線板	244
(8) セラミック多層配線板	248
(9) 実装部品としての抵抗, コンデンサ	251

(10) 複合配線板	255
(11) アモルファス配線板	257
[XI] 光半導体素子	
(1) 発光素子(LED)	260
(2) 半導体レーザー(レーザーダイオード)	263
(3) 受光素子	265
(4) 光増幅素子	266
[XII] 光ファイバー通信への応用	
(1) 光ファイバー通信の概念	268
(2) 光ファイバー通信のメリット	269
(3) 光ファイバー通信技術開発の現状	270
[XIII] 素材としての光ファイバー	
(1) 石英系光ファイバーの原料	278
(2) 石英系光ファイバーの損失限界	278
(3) 石英系ファイバーの製造方法	280
(4) プラスチック光ファイバー	283
(5) 光・電力複合ケーブル	285
(6) 偏波面保存光ファイバー(SPF: Single Polarization Fiber)	286
(7) 超低損失光ファイバー(赤外線光ファイバー)	288
(8) 光コネクタ	290
(9) 光ファイバーの非通信系への応用	292
(10) レーザー, 光ファイバーの超近代兵器への応用	295
[XIV] レーザーの高エネルギー集中性を利用した応用技術	
(1) レーザー加工機	298
(2) レーザー・メス	301
(3) DAD(デジタルオーディオディスク)と光学式VD(ビデオデスク)	302
(4) 光ディスク・ファイルへの応用	306
(5) レーザープリンターとレーザー製版システム	307
(6) レーザー核融合	309
(7) 半導体製造分野への応答	310
(8) 化学プロセスへの応用	311
[XV] ディスプレー素子	
(1) 陰極管(CRT カソード・レイ・チューブ)	313
(2) LED(ライト・エミッティング・ダイオード)	315
(3) 液晶(LCDリクエッド・クリスタル・ディスプレイ)	316
(4) 蛍光表示管	318
(5) プラズマディスプレイ	319

(6) EL (エレクトロルミネセンス)	320
(7) ECD (エレクトロクロミック・ディスプレイ)	322
(8) 希土類蛍光体	323
[XVI] 磁性材料	
(1) 硬質磁性材料と軟質磁性材料	325
(2) 永久磁石材料における高エネルギー積のしくみ	326
(3) アルニコ系磁石, Fe-Cr-Co 磁石, Mn-Al-C 磁石	328
(4) フェライト磁石	328
(5) 希土類磁石	329
(6) 高透磁性材料・パーマロイ	330
(7) 磁気記録媒体, 磁気テープ, 磁気ディスク	333
(8) 磁気記録媒体としての超微粒子	335
(9) 磁気ヘッド	336
(10) 垂直磁気記録	336
(11) 磁気カード	340
(12) シート磁石	341
(13) 磁気バブルメモリと垂直ブロッホラインメモリ	342
[XVII] センサー材料	
(1) 温度センサー	347
(2) 焦電型赤外線センサー(パイロセンサー)	348
(3) 磁気センサー・ホール素子	350
(4) 圧力センサー	350
(5) ガスセンサー	351
(6) 酸素センサー	351
(7) 湿度センサー	352
(8) 受光センサー	353

IV 高分子材料

[I] エンジニアリングプラスチックの概念	
(1) VTR の軽量化	357
(2) エンジニアリングプラスチックの分類	358
(3) エンジニアリングプラスチックに期待される特性	359
[II] 耐熱性エンジニアリングプラスチック	
(1) ポリイミド樹脂	361
(2) ポリアミドイミド	367
(3) ポリアリレート(U ポリマー)	368

(4) ポリオキシベンズイル(芳香族ポリエステル)	371
(5) ビスマレイミドトリアジン(BTレジン)	374
(6) ポリアミノビスマレイミド(PABM)	376
(7) ポリフェニレンサルファイド(PPS)	379
(8) ポリエーテルイミド	382
(9) ポリエステルエラストマ	384
(10) ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)	387
(11) ポリサルホン	390
(12) ポリエーテルサルホン(PES)	392
(13) シリコーン	395
(14) ふっ素樹脂	398
〔Ⅲ〕 金属代替エンジニアリングプラスチック	
(1) ポリカーボネート(PC)	406
(2) ポリアセタール	407
(3) ポリアミド	410
(4) 変性ポリフェニレンオキサイド(PPO)	413
(5) ポリエチレンテレフタレート(PET)	416
(6) ポリブチレンテレフタレート	418
〔Ⅳ〕 電気絶縁性エンジニアリングプラスチック	
(1) エポキシ樹脂	421
(2) ジアリルフタレート(DAP)	424
(3) ポリメチルペンテン(TPX)(メチルペンテンポリマー)	426
〔Ⅴ〕 特殊フィルム材料	
(1) 感光性フィルム	428
(2) 偏光フィルム	431
(3) 圧電・焦電フィルム	433
(4) 透明導電性フィルム	435
〔Ⅵ〕 高機能分離膜	
(1) イオン交換膜	438
(2) 逆浸透膜	443
(3) 限外濾過膜(GR膜)	450
(4) ガス分離膜	459
〔Ⅶ〕 導電性高分子材料と有機半導体	
(1) フィラー添加導電性プラスチック材料	465
(2) 30%以上カーボン添加導電性プラスチック材料	467
(3) 導電性接着剤	469
(4) 導電性高分子材料	471

(5) 有機化合物超電導体	476
(6) 光導電性ポリマー	476
(7) 電磁波シールド材料	478
(8) 電波吸収複合材料	484
〔VIII〕 高機能繊維材料	
(1) 高張力繊維材料	488
(2) 新衣料繊維材料	489
〔IX〕 高分子吸着材	
(1) 高分子吸着材の基本概念	492
(2) 海水ウラン回収	493
(3) 高分子吸着剤の海水ウラン回収への応用	495
(4) 高分子吸着材のその他への応用	496
〔X〕 無機高分子	
(1) 無機高分子と有機高分子の違い	497
(2) 直鎖状無機高分子	497
(3) 架橋, 層状無機高分子	498
(4) 網状無機高分子	499
V 先端複合材料	
〔I〕 先端技術と先端複合材料	
(1) 先端複合材料(ACM)の概念	503
(2) ACMの宝庫, オービターとB767	503
〔II〕 ガラス繊維とその複合材料	
(1) ガラス繊維(GF)の特性	509
(2) GFRPの成型法	511
〔III〕 カーボン繊維とその複合材料	
(1) カーボン繊維(CF)の特性	512
(2) CFプリレグの特性	513
(3) マトリック樹脂の種類と特性	514
(4) CFRPの今後の技術的問題点	515
(5) 航空機分野におけるCFRPの応用	516
(6) その他の分野でのCFRPの応用	517
(7) ピッチ系カーボン繊維	517
(8) カーボン繊維強化カーボン(C/Cコンポジット)	519
〔IV〕 炭化硅素繊維とその複合材料	
(1) 炭化硅素繊維の開発	520

(2) 複合材料としての炭化珪素繊維	521
[V] アラミッド繊維(ケブラー)とその複合材料	
(1) アラミッド繊維	524
(2) アラミッド繊維の特性	525
(3) 複合材料への応用	525
(4) アラミッド繊維と KFRP の応用	526
[VI] その他の繊維強化材料	
(1) ボロン繊維	528
(2) アルミナ繊維	529
[VII] 繊維強化金属(FRM)	
(1) FRM の製造法	531
(2) CFRM	532
(3) SICFRM	533
(4) BFRM	534
(5) AFRM	534
(6) 金属繊維強化金属(MFRM)	536
(7) ウィスカ強化金属	536
(8) FRM の 2 次加工	537

VI バイオミメテックス材料

[I] バイオミメテックス材料	
(1) 高齢化時代に対応するバイオミメテックス・ケミストリー	543
(2) 実用化を進める人工臓器材料	543
[II] 遺伝子組替え材料	
(1) 遺伝子組替え技術の開発	552
(2) 遺伝子組替えのメカニズム	553
(3) 遺伝子(DNA)の人工合成	556
(4) DNA 人工合成装置の開発	557
(5) 塩基配列解析技術の開発	558
(6) 分泌物の菌体外排出	559
(7) 遺伝子組替えにおける素材	561
(8) 制限酵素	562
(9) 遺伝子組替えに利用される微生物	563
(10) 遺伝子組替え技術の医薬品への応用	568
(11) 遺伝子組替え技術の植物改良への応用	573
[III] 細胞融合技術と細胞大量培養技術	

(1) 細胞融合技術	574
(2) 細胞大量培養技術	576
〔Ⅳ〕 酵素材料	
(1) 酵素の概念	579
(2) 酵素の特性と分類	581
〔Ⅴ〕 酵素利用技術	
(1) 酵素利用の新しい展開	587
(2) 固定化酵素技術とバイオリクター	589
(3) 固定化酵素のバイオセンサーへの応用	592
(4) 人工酵素	595
〔Ⅵ〕 バイオチップ	
(1) バイオチップの概念	596
(2) IBM の分子ダイオードへのアプローチ	596
(3) バイオチップへのアプローチ	598

VII 未来素材

〔Ⅰ〕 未来素材	
(1) 次世代産業基盤技術プロジェクトと創造科学技術プロジェクト	603
(2) サブミクロン・サイズ以下の超微粒子金属材料	604
(3) スーパー・アロイを狙う高性能結晶制御合金	605
(4) 分子レベルでのハイブリッド材料	606
(5) 光合成を実現する葉緑素材料	608
〔Ⅱ〕 新しい材料資源と新しい材料加工技術	
(1) 海底資源の宝庫マンガン団塊	611
(2) 第2の宝庫熱水鉱床(重金属泥)	612
(3) 海水からの原子力燃料	613
(4) 地上ではできない超材料の宇宙生産方式	616
(5) 母材機能を大幅にアップする表面加工技術	618

VIII 先端材料メーカー一覧

〔Ⅰ〕 金属材料	620
〔Ⅱ〕 セラミック材料	622
〔Ⅲ〕 エレクトロニクス材料	624
〔Ⅳ〕 複合材料	629
〔Ⅴ〕 高分子材料	630

〔VI〕 バイオミメテックス材料	632
〔VII〕 バイオテクノロジー	633
索引	635

