

目次

CONTENTS

- 口絵
- 発刊にあたって……………権田 俊一
- 執筆者一覧

第1編 薄膜材料の特性と特徴

第1章 薄膜の特徴と特性

第1節 薄膜とは……………	〈権田 俊一〉	4
薄膜の定義と表現 薄膜の歴史		
第2節 薄膜の特徴……………	〈権田 俊一〉	9
薄膜化効果 表面効果および界面効果 結晶構造変化 多層構造による効果 その他		
第3節 薄膜の特性と作製方法……………	〈権田 俊一〉	16
要求特性と作製条件 作製・形成方法 薄膜作製の素過程 薄膜特性と作製方法		
第4節 薄膜の特性と評価……………	〈権田 俊一〉	24
評価技術全般 組成・構造評価 特性(物性)評価		

第2章 薄膜材料の電気特性

第1節 電気伝導……………	〈勝本 信吾〉	32
さまざまな輸送現象 ボルツマン輸送方程式 磁気輸送現象 電子の散乱 量子輸送現象		
第2節 磁界効果……………	〈前田 甫〉	40
電流磁気効果の一般論 結晶軸に対する異方性の基本例 薄膜構造の影響の基礎 MOS反転層における2次元導電現象と電流磁気効果		
第3節 熱電効果……………	〈山本 淳〉	51
熱電効果 熱電能の一般式 薄膜材料の熱電能の測定		
第4節 ピエゾ抵抗……………	〈大村 八通〉	60
ピエゾ抵抗係数 n型Si(多谷型伝導帯)のピエゾ抵抗係数 p型Siのピエゾ抵抗係数		

第3章 薄膜材料の磁気特性

第1節 まえがき……………	〈宮崎 照宣〉	68
---------------	---------	----

第2節	磁性体の分類および磁気的性質	……………<宮崎 照宣> ……	70
	磁性体の分類 飽和磁化およびキュリー温度 磁気異方性 磁区		
第3節	軟磁性薄膜	……………<宮崎 照宣> ……	81
	金属ソフト磁性材料開発のアプローチ パーマロイ薄膜 Fe-Co-Ni合金薄膜 センダスト系薄膜 微結晶薄膜		
第4節	硬磁性薄膜	……………<宮崎 照宣> ……	88
	磁気記録媒体としての磁性薄膜 Nd-Fe-B/ α -Fe多層膜型ナノコンポジット磁石		
第5節	スピンエレクトロニクス薄膜	……………<宮崎 照宣> ……	91
	磁気抵抗効果 金属人工格子, 多層膜 トンネル接合		

第4章 薄膜材料の光学特性

第1節	透過・反射	……………<吉田 貞史> ……	106
	薄膜の光学 光学多層膜の透過・反射 導波路		
第2節	吸収	……………<市野 邦男/小林 洋志> ……	114
	薄膜における光吸収のメカニズムによる分類 半導体(結晶)における吸収		
第3節	発光	……………<小林 洋志/市野 邦男> ……	121
	薄膜における発光のメカニズムによる分類 母体中に添加された原子やイオンを利用した発光材料 半導体中の電子と正孔の再結合を利用した発光材料		
第4節	電気光学効果	……………<山田 実> ……	130
	電気光学効果とは 強誘電体材料での屈折率変化の表現 ポッケルス効果 カー効果 フランツ-ケルディッシュ効果 量子閉込め構造での電界効果		
第5節	磁気光学効果	……………<片山 利一> ……	136
	磁気光学効果の現象論 磁気光学効果の測定法 各種物質の磁気光学スペクトル		
第6節	光伝導・光起電力	……………<金光 義彦/近藤 道雄> ……	152
	光伝導 光起電力		

第5章 薄膜材料の力学特性

第1節	応力・ひずみ	……………<生地 文也> ……	160
	応力測定法 蒸着膜応力 スパッタ膜応力 真性応力の原因		
第2節	硬さ・強度	……………<金沢 憲一/廣川 啓> ……	166
	硬さの物理的意味 超微小硬さについて 薄膜の硬さ測定例		
第3節	付着力	……………<稲川幸之助> ……	174
	付着力と破壊 付着力の原因 付着性評価法 成膜プロセスと付着力 付着力向上対策のまとめ		
第4節	薄膜トライボロジー	……………<三宅正二郎> ……	185
	薄膜のトライボロジー特性評価法 薄膜形成によるトライボロジー特性改善のメカニズム 薄膜材料のトライボロジー		

第6章 薄膜材料の化学特性

第1節	表面反応	……………<藤田 大介> ……	196
	シリコンの熱酸化 シリコン系の窒化 金属の高温酸化		
第2節	光触媒	……………<埜田 博史> ……	206
	光触媒と光電気化学セル 微粒子光触媒のエネルギー構造 光触媒の反応性に対する粒径効果 酸化チタン光触媒 酸化チタンの光触媒作用 酸化チタン光触媒の固定化 酸化チタン透明薄膜光触媒の抗菌性 酸化チタン透明薄膜光触媒の超親水性		
第3節	耐食性, 腐食性	……………<高井 治> ……	213
	腐食性 耐食性		
第4節	(超)はっ水/(超)親水表面	……………<辻井 薫> ……	224
	ぬれを支配する二つの因子 ぬれに対する化学的因子の効果 フラクタル表面のぬれ: 微細構造因子の効果 超はっ水/はっ油表面の実現 超はっ水表面に関する他の研究		

第2編 薄膜の作製と加工

第1章 基板と表面処理

第1節	金属基板	……………<坂入 正敏> ……	234
	ステンレス鋼基板 非鉄材料		
第2節	半導体基板 (Si, GaAs等III-V族化合物, SiC)	……………<岩崎 裕> ……	243
	シリコン基板表面処理 GaAs等III-V族化合物半導体基板表面処理 SiC基板表面処理		
第3節	絶縁体基板		
	ガラス基板	……………<中尾 泰昌> ……	251
	ガラス材料の特徴 ガラス基板への要求項目 各種基板ガラスの種類および製造法 ガラス基板の代表的用途		
	酸化物単結晶基板: サファイア(ZnO, ペロブスカイト)		
	……………<宮澤信太郎/米澤 卓三> ……	258	
	サファイア(Al ₂ O ₃) 酸化亜鉛(ZnO) 各種ペロブスカイト基板結晶 微傾斜基板ほか		
	酸化物基板: マグネシア(MgO)	……………<庭野 一久> ……	265
	マグネシア単結晶の育成 マグネシア単結晶基板の加工 マグネシア単結晶基板の熱処理		
第4節	プラスチック基板	……………<千葉 潔> ……	269
	プラスチックとは プラスチック基板の留意点 応用各論 まとめと将来展望		

第2章 PVD法

第1節	真空蒸着法	………	<吉田 貞史>	…	280
	真空蒸着 化合物の蒸着				
第2節	分子線エピタキシー(MBE)法	………	<朝日 一>	…	288
	MBEの原理と特徴 固体ソースMBE装置とMBE成長 ガスソースMBE装置と成長過程 III-V族化合物半導体のMBE Si系半導体のMBE II-VI族化合物半導体のMBE シリサイド, 金属間化合物, 絶縁物のMBE				
第3節	スパッタリング法	………	<大脇 健史/多賀 康訓>	…	306
	スパッタ現象 スパッタ成膜過程 スパッタ成膜法				
第4節	イオン化蒸着法	………	<高岡 義寛>	…	316
	薄膜形成におけるイオン照射効果 イオン化蒸着膜の形成方法と特徴				
第5節	パルスレーザ堆積(レーザアブレーション)法	………	<大久保勇男/鯉沼 秀臣>	…	325
	原理と特徴 成膜装置 メカニズム 研究例 新しい展開: コンビナトリアルレーザ分子線エピタキシー法				

第3章 CVD法

第1節	熱CVD法				
	熱CVDの原理	………	<碓井 彰>	…	340
	熱CVD反応系の種類とその特徴				
	シリコン系半導体膜	………	<室田 淳一/櫻庭 政夫>	…	346
	SiGe薄膜のGe比率制御とP, B, Cドーピング制御 シリコン系薄膜の選択エピタキシャル成長と多結晶成長 シリコン系薄膜の原子層成長制御と原子層ドーピング制御				
	金属・シリサイド膜	………	<依田 孝>	…	350
	各論 (Siデバイス適用例)				
	金属窒化膜	………	<大下 祥雄>	…	356
	金属窒化膜の堆積				
	絶縁膜	………	<佐藤 淳一>	…	362
	低温熱CVD: SiO ₂ 高温熱CVD: SiO ₂ 高温熱CVD: Si ₃ N ₄				
第2節	ALE法				
	ALE法の原理	………	<伊藤 信衛/片山 雅之>	…	368
	ALEの特徴 ALEプロセスのメカニズム ALEプロセスウインドー ALEリアクター				
	ALE法によるアルミナ/チタニア積層膜の形成	………	<片山 雅之/伊藤 信衛>	…	373
	ATO膜の特徴 ATO膜の実例				
	LSI用膜	………	<武藤 勝彦>	…	377
	ALCVD法の特徴とLSI用膜への適用性 LSI用膜のALCVDプロセス概要 Al ₂ O ₃ 膜 ZrO ₂ 膜 その他				

第3節	プラズマCVD法				
	プラズマCVD法および光CVD法	………	<宮崎 誠一>	…	384
	プラズマCVD法の原理・概観 光CVDの原理・概観				
	アモルファスおよび微結晶シリコン系薄膜	………	<宮崎 誠一>	…	389
	シリコンおよびlow-k膜の成膜	………	<辰巳 徹>	…	394
	シリコンの低温成膜 low-k膜の成膜				
第4節	MOCVD法				
	MOCVD法の原理	………	<福井 孝志>	…	402
	MOCVD用原料 MOCVD装置 結晶成長機構				
	III-V族	………	<福井 孝志>	…	407
	GaAs系 InP系 GaN系 選択成長 量子ナノ構造				
	II-VI族	………	<藤田 静雄>	…	411
	II-VI族半導体とMOCVD ナローギャップ系 ミドルギャップ系 ワイドギャップ系				
	酸化物	………	<吉田 政次>	…	417
	超伝導酸化物薄膜 強誘電性酸化物薄膜 酸化物薄膜の原子層CVD				

第4章 液相成長法

第1節	液相エピタキシー法	………	<助川 徳三/田中 昭>	…	426
	原理と成長方法 成長層の厚さの制御 混晶の組成制御 格子整合 不純物濃度の制御				
第2節	種子結晶基板製作への応用と展望	………	<助川 徳三/田中 昭>	…	433
	基板用結晶と成長原理 厚い結晶層の成長法				

第5章 塗布・ゾルーゲル法

第1節	塗布法	………	<永嶋 慎二>	…	442
	概略 塗布形成層間絶縁膜材料 スピンコーティング法 プリウエット-スピンコーティング法 ノズルスキャン塗布法				
第2節	インクジェット塗布法	………	<森井 克行/下田 達也>	…	451
	インクジェットの要素技術 インクジェット液滴の特徴 インクジェット塗布成膜技術: 有機ELディスプレイ開発				
第3節	ゾルーゲル法による機能性薄膜の作製	………	<峠 登>	…	459
	ゾルーゲルプロセス 無機・有機ハイブリッド膜 ゾルーゲル法による機能性薄膜と微細パターンニング 光感応性ゲル膜による電子・光学素子の作製				
第4節	めっき法	………	<逢坂 哲彌/尾上 貴弘>	…	468
	電気めっき 無電解めっき 応用例				

第6章 ナノ構造作製法

第1節	ナノ構造作製法の原理	〈落合 幸徳〉	478
	半導体微細加工技術 電子ビーム用レジストの解像度 高解像度電子線用ネガ型レジスト：カリックスアレン レジストの分子量と解像度ならびに感度の関係 集束イオンビームによる立体ナノ構造形成技術		
第2節	MBEによる自己形成量子ドット	〈西 研一〉	489
	自己形成量子ドットの形成原理 MBEによる形成技術		
第3節	フォトリソグラフィ	〈野田 進〉	496
	完全3次元フォトリソグラフィと超小型光回路 2次元フォトリソグラフィとその応用		

第7章 有機・高分子・生体関連薄膜作製法

第1節	ウェット作製プロセス		
	スピコート, LB	〈白鳥 世明〉	508
	スピコーティング 水面上の単分子膜形成能と化学構造 単分子膜 LB法 LB膜の構造 LB膜製膜装置 π -A 曲線		
	電解重合法	〈高嶋 授〉	515
	薄膜作製法としての電解重合法 電解重合膜の作製システム 電解重合膜の成長 カウンターイオンによる機能付加 電気化学デバイスの固体化		
	交互吸着法	〈一ノ瀬 泉〉	520
	交互吸着法とは 薄膜作製法 積層薄膜の構造 交互吸着法の展開 交互吸着膜の利用		
第2節	ドライ作製プロセス		
	蒸着法(分子線エピタキシー法)	〈小間 篤〉	525
	ファンデアワールス基板上への有機薄膜のエピタキシャル成長 ダングリングボンド 終端した基板表面上への有機薄膜のエピタキシャル成長 イオン結晶基板上への有機分子薄膜のエピタキシャル成長 選択成長による有機ナノ構造の作製 今後の展望		
	蒸着重合	〈高橋 善和〉	530
	ラジカル重合系蒸着重合 縮合系蒸着重合 蒸着重合の特徴 蒸着重合の応用 将来の薄膜材料への展望		
第3節	ソフトマテリアルの自己組織化		
	金-チオール自己組織化膜	〈玉田 薫〉	535
	自己組織化膜の作製法 アルカンチオール自己組織化膜の構造と物性 機能性自己組織化膜の作製と応用		
	低分子(合成脂質系)	〈清水 敏美〉	541
	双頭型脂質の分子設計 種々の高軸比ナノ構造(HARN)形成		
	自己組織化による高分子薄膜のパターン化	〈下村 政嗣〉	550
	高分子キャスト過程における「自己組織化」現象 材料化に向けて		
	タンパク質の2次元結晶化	〈山下 一郎〉	555

生体内のタンパク質2次元結晶 タンパク質2次元結晶作製 水溶性タンパク質：フェリチンの2次元結晶化の実例 固体基板上に作られる2次元結晶の例：S-layer, Hsp
タンパク質の結晶化の目的と新しい応用

第8章 パターン化技術

第1節	リソグラフィ	〈上野 巧〉	562
	リソグラフィの動向 KrF(248nm)リソグラフィ 超解像リソグラフィ ArF(193nm)リソグラフィ F ₂ レーザー(157nm)リソグラフィ X線リソグラフィ 電子線リソグラフィ		
第2節	レジスト	〈上野 巧〉	569
	リソグラフィの動向とレジスト KrF(248nm)リソグラフィ用レジスト ArF(193nm)リソグラフィ用レジスト F ₂ レーザー(157nm)リソグラフィレジスト材料 EUV(extreme UV: 13nm)用レジスト 電子線レジスト		
第3節	ウェットエッチング	〈黒木 幸令〉	577
	SiO ₂ のエッチング Si ₃ N ₄ のエッチング その他の絶縁膜エッチング Siのエッチング その他の半導体材料のエッチング 金属のエッチング		

第9章 薄膜の加工/改質技術

第1節	CMP技術	〈林 喜宏〉	586
	LSIデバイス平坦化とCMP技術 CMP装置と研磨液 LSIデバイス平坦化工程への実施例		
第2節	再結晶・アニール	〈森本 佳宏〉	598
	レーザービーム再結晶化法 高品位多結晶Si薄膜形成方法		
第3節	プラズマエッチング技術	〈寒川 誠二〉	606
	プラズマエッチングとは プラズマエッチング機構 プラズマエッチング装置 チャージアップダメージの抑制 高密度プラズマ生成における放電周波数の効果 ガス構造最適化による高精度エッチング		
第4節	レーザー加工・改質	〈矢部 明〉	619
	薄膜加工・改質用レーザー 研究開発状況		
第5節	X線(放射光)・電子線加工・改質	〈鷲尾 方一/加藤 隆典/三浦 喬晴/佐々木 隆〉	626
	放射光加工 電子線加工		
第6節	ビーム加工	〈松井 真二〉	633
	電子ビーム加工 集束イオンビーム加工 物質波テクノロジー		
第7節	STM加工		
	無機物	〈松本 和彦〉	646
	原子の移動による加工 クラスターの移動による加工 水素原子はく離によるテンプレ		

レート作製と原子オーダ加工 走査プローブ陽極酸化法を用いた微細加工
走査プローブ顕微鏡による有機材料の加工・記録
.....<山田 啓文/松重 和美> ... 656
プローブ加工 プローブ記録 プローブ加工・記録の今後

第3編 薄膜・表面・界面の分析と評価

第1章 薄膜・表面・界面の分析・評価

第1節 電子線<田中 信夫> ... 666
透過電子回折法(transmission electron diffraction ; TED) 反射高速電子回折法(reflection high-energy electron diffraction ; RHEED) 低速電子回折法(low-energy electron diffraction ; LEED) 透過電子顕微鏡法(transmission electron microscopy ; TEM) 反射電子顕微鏡法(reflection electron microscopy ; REM) 反射低速電子顕微鏡法(low-energy electron microscopy ; LEEM) 走査電子顕微鏡法(scanning electron microscopy ; SEM) 走査透過電子顕微鏡法(scanning transmission electron microscopy ; STEM) 走査反射電子顕微鏡法(scanning reflection electron microscopy ; SREM) 電子顕微鏡を用いた分析(analytical electron microscopy ; AEM)

第2節 イオンビームによる組成分析<城戸 義明> ... 681
SIMS PIXE RBS ISS

第3節 光<岡本 紘> ... 703
概説 光吸収, 光反射 フォトルミネッセンス 光伝導・光容量法

第4節 SOR光<福島 整> ... 716
SOR光の発生 挿入光源 装置 分析方法 放射光施設利用に際しての留意点

第5節 薄膜のX線評価<松井 純爾> ... 723
多結晶薄膜 単結晶薄膜

第6節 XPS・UPS<堂前 和彦> ... 734
特徴 装置 XPSスペクトルに含まれる情報 深さ方向分析 分析例 測定における注意点

第7節 走査プローブ顕微鏡<森田 清三> ... 741
走査トンネル顕微鏡(STM) 原子間力顕微鏡(AFM) 走査プローブ顕微鏡(SPM)

第2章 薄膜分析・評価対象各論

第1節 膜厚分析<橋本 満> ... 750
膜厚測定法

第2節 組成分析<大岩 烈/田中 彰博> ... 763

Lambert-Beerの法則と検量線 特性X線や単色X線による励起と定性分析 XPSの定量分析 X線・電子線による内殻励起と定性分析 イオンによる励起と定性分析 オージェ電子分光法(AES)の定量分析

第3節 形態分析<尾浦憲治郎/本多 信一> ... 778
透過電子顕微鏡 走査電子顕微鏡 反射電子顕微鏡 低エネルギー電子顕微鏡

第4節 結晶性——RHEED法を中心として<堀尾 吉巳> ... 784
電子の波長 電子回折理論 RHEED図形による薄膜結晶の評価

第5節 化学結合状態<田中 彰博> ... 794
事前作業 手法 帯電とエネルギーの較正 相手元素(組成) 価数(形式価数)とピークエネルギー値 オージェパラメータ 主ピークからのエネルギー損失関数 多重項分離 測定時損傷:化学状態分析の限界

第6節 欠陥・応力・ひずみ・付着力——界面強度の力学的評価<北村 隆行> ... 802
界面強度の考え方 界面端からの亀裂発生 評価試験法 界面亀裂の伝播

第7節 薄膜の表面・界面制御と信頼性<多賀 康訓> ... 808
薄膜の研究開発と表面・界面制御 薄膜界面の役割 薄膜界面制御事例

第4編 薄膜技術の応用と展望

第1章 半導体デバイス

第1節 LSI
MOSFET用薄膜の応用と展望<最上 徹> ... 824
薄膜とデバイススケージング則 MOSFET構造の技術トレンド MOSFET用シリサイド膜と金属膜 技術展望

ゲート酸化膜<鳥海 明> ... 830
ゲート酸化膜の薄さ 酸化膜の絶縁破壊 ストレス誘起リーク電流(SILC) 今後の展開

メモリーセル用薄膜:DRAM用キャパシタ薄膜<稗田 克彦> ... 838
DRAMの動作原理 メモリーセル構造の変遷:キャパシタ容量の確保 キャパシタ材料とキャパシタ薄膜作製プロセス DRAM用キャパシタの課題と技術動向

フラッシュメモリー用トンネル絶縁膜<小澤 良夫> ... 845
フラッシュメモリーの素子構造と動作原理 トンネル絶縁膜への要求性能 トンネル酸化膜 トンネル絶縁膜の今後の課題

FeRAM用キャパシタ薄膜<山川 晃司/小澤 良夫> ... 848
FeRAMの動作原理 キャパシタ材料とFeRAMの作製プロセス FeRAM用キャパシタの課題と動向

MRAM用強磁性トンネル接合薄膜
.....<齋藤 好昭> ... 852
MRAMの素子構造と動作原理 TMR素子材料 薄膜作製プロセスと製造装置

MRAM用TMR薄膜の課題と動向	
イオン注入	＜長井 宣夫＞ … 860
イオン注入法の特徴	イオン注入装置 LSIデバイスにおけるイオン注入の応用と将来展望
SOI	＜小椋 厚志＞ … 864
SOI基板の製造方法	SOIデバイス
第2節 化合物電子デバイス／量子効果デバイス	
HEMT(高電子移動度トランジスタ)	＜三村 高志＞ … 870
素子構造と動作原理	InP系HEMTとその特性 AlGaIn/GaN系HEMTとその特性
Si系HEMT	MMIC技術
ヘテロ接合バイポーラトランジスタ(HBT)	＜本城 和彦＞ … 877
動作原理と直流動作	高周波動作 電子走行時間 実際のデバイス構造 結晶系の変更によるHBTの高性能化 HBTの回路応用
量子効果素子	＜栗野 祐二＞ … 884

第2章 光部品

第1節 光学多層膜光部品	
反射防止膜	＜岡田 憲明＞ … 890
光学薄膜の特性計算	単層反射防止膜 2層反射防止膜 3層反射防止膜 4層反射防止膜 等価膜と多層反射防止膜
ミラーおよびフィルター	＜白井 健＞ … 896
反射増強膜(ミラー類)	波長分割膜(フィルター類) 光路・光量分割膜(ビームスプリッター類) その他の光学薄膜
光学多層膜の応用例および評価方法	＜長塚 淳＞ … 902
光学多層膜の応用例	光学薄膜の評価方法
第2節 光導波路デバイス	
無機光導波路デバイス	＜丸野 透＞ … 906
PLCデバイスの特徴	石英系ガラス導波路の作製法 アレイ導波路回折格子(AWG) 型波長フィルター 光スイッチ アドドロップデバイス AWGと半導体をハイブリッド化した高速波長セレクタ
有機光導波路デバイス	＜丸野 透＞ … 911
ポリマー材料の設計と合成	光導波路作製プロセス 光インターコネクションと光実装応用 光導波路デバイス
第3節 発光ダイオード	＜柴田 直樹＞ … 916
LEDとは	LEDの発光原理, 発光効率 $\eta_{\text{発光効率}}$ を向上させるためのLEDの構造 半導体材料と発光波長
第4節 半導体レーザー	
Ⅲ-V族半導体レーザー	＜野村 康彦＞ … 924
半導体レーザーの構造と薄膜作製技術	Ⅲ-V族半導体レーザーの応用分野 光ディスク用

半導体レーザー	
青紫色LD	＜仁道 正明＞ … 931
低転位GaN形成技術	低転位GaN上400nm帯LDの構造 LD特性 今後の展望
第5節 CCD・イメージセンサ	＜寺西 信一＞ … 936
CCDの原理	CCDのイメージセンサへの応用 CMOSセンサ

第3章 ディスプレイ

第1節 薄膜ELディスプレイ	＜田中 省作＞ … 946
薄膜ELディスプレイの構造と動作	EL動作機構とEL発光材料に要求される特性
薄膜ELディスプレイの発光層材料	薄膜絶縁層と透過型ELディスプレイ 薄膜発光層/厚膜絶縁層混成構造カラーELディスプレイ
第2節 LCD	
アモルファスSi TFT	＜鈴木 幸治＞ … 955
アモルファスSi TFTの構造	TFT用薄膜材料と製造工程 アモルファスSi TFTの特性 アモルファスSi TFT-LCDの動向
多結晶Si TFT	＜小西 信武/波多野睦子＞ … 960
TFTプロセス	TFT構造 今後の課題と展望
第3節 PDP	＜別井 圭一＞ … 966
AC型カラーPDPの構造	PDPの表示原理 PDPの作製工程 今後の展望
第4節 透明導電膜——ITOを中心に	＜太田 裕道/細野 秀雄＞ … 972
電気伝導機構	低抵抗化へのチャレンジ アモルファスITO薄膜 超平たんITO薄膜
第5節 FED	＜伊藤 順司＞ … 977
FEDの基本構造	フィールドエミッタ(FE)からの電子放射 FEDの駆動原理とパネルの試作例 その他のエミッタとFEDの試作例

第4章 記録

第1節 磁気記録用薄膜の応用と課題	＜岡部 明彦＞ … 986
AMRヘッド材料	GMR材料: スピンバルブに至るまで スピンバルブGMRヘッド材料 将来展望と課題
第2節 CD・DVD・ROM	＜山本 眞伸＞ … 997
光ディスクの記録・再生原理	光ディスクの作製プロセス コンパクトディスク(CD) DVD 高密度化のアプローチ 光ディスクの発展
第3節 書換え型CD・DVD	＜赤平 信夫＞ … 1006
相変化光ディスクの概要	Ge-Sb-Te系記録材料 ディスク構造 ZnS-SiO ₂ 誘電体保護層 書換え型光ディスクの高密度化
第4節 近接場記録	＜富永 淳二＞ … 1014
近接場光と表面プラズモン光	近接場光と光記録 近接場記録の今後の展開

第5節	蒸着テープ	……………	<小野寺誠>	…	1023
	蒸着テープの構造 斜方蒸着法 磁気特性の制御方法と磁性膜の微細構造 記録再生特性と走行耐久性の向上 蒸着テープのアプリケーション 今後の技術動向				
第6節	光磁気ディスク	……………	<今井 奨/太田 憲雄>	…	1030
	記録媒体の構造 記録原理と変調方式 再生原理と高密度化技術				

第5章 センサ

第1節	ガスセンサ	……………	<山添 昇/酒井 剛>	…	1038
	ガスセンサの概要 半導体ガスセンサ 固体電解質センサへの薄膜技術の応用 その他のガスセンサへの薄膜技術の応用				
第2節	力学センサ	……………	<前中 一介>	…	1051
	力センサとトルクセンサ 圧力センサ 加速度センサ 角速度センサ 振動・衝撃センサ 温度センサと流量センサ				
第3節	磁気センサ	……………	<野々村 裕>	…	1063
	薄膜磁気センサ SQUIDセンサ MI効果センサ フラックスゲートセンサ Hall効果センサ MR/GMR/TMR効果センサ				
第4節	赤外線センサ	……………	<木股 雅章>	…	1073
	量子型赤外線センサ 熱型赤外線センサ				
第5節	においセンサ	……………	<中本 高道>	…	1080
	においセンサの原理 定常応答測定装置 測定結果 計算化学を用いたセンサ応答予測法				
第6節	バイオセンサ	……………	<民谷 栄一/森田 資隆>	…	1089
	バイオセンサの原理 酵素固定化膜の作製と酵素センサ 免疫センサ 微生物センサ 動物・植物組織センサ 電極型遺伝子チップセンサ				

第6章 マイクロマシン

第1節	マイクロマシン技術	……………	<江刺 正喜>	…	1102
	マイクロマシンとナノマシン 具体例 実用化の課題				
第2節	マイクロマシンと薄膜の機械的物性	……………	<田畑 修>	…	1107
	マイクロマシン技術を用いた薄膜の機械的物性評価手法				
第3節	アクチュエータとその応用	……………	<藤田 博之>	…	1114
	各種のマイクロアクチュエータ マイクロアクチュエータの応用 今後の展望				
第4節	マイクロ成形応用	……………	<服部 正>	…	1122
	マイクロマシンとマイクロ成形応用 微細3次元加工技術の要求 世界におけるLIGAプロセス研究開発状況 LIGAプロセスの課題と今後の展開 姫路工業大学放射光施設(ニュースバル)				

第7章 環境エネルギー

第1節	シリコン太陽電池	……………	<津田 信哉>	…	1136
	太陽電池の動作原理と特徴 太陽電池の種類 薄膜太陽電池の特徴 a-Si太陽電池 薄膜多結晶Si太陽電池 ハイブリッド太陽電池 太陽電池の応用 今後の展望				
第2節	CIS系薄膜太陽電池	……………	<櫛屋 勝巳>	…	1144
	CIS系薄膜太陽電池の特徴 CIS系薄膜太陽電池の製造法 応用例：商業化への動き				
第3節	色素増感太陽電池	……………	<荒川 裕則>	…	1160
	グレッツェル・セルの構造とその作製法 グレッツェル・セルの発電機構 グレッツェル・セルの特徴 実用化への課題				
第4節	燃料電池	……………	<河原 和生>	…	1167
	燃料電池とその原理 燃料電池の構成 燃料電池の種類 固体高分子型燃料電池 水素源				
第5節	光触媒	……………	<埜田 博史>	…	1175
	光触媒の特徴 タンカー流出油の分解 環境ホルモンの分解 染色廃液の脱色 ダイオキシンの分解 大気浄化				
第6節	選択透過膜	……………	<諸岡 成治/草壁 克己>	…	1183
	選択透過無機膜 セラミックス膜 炭素膜 ゼオライト膜 触媒膜 有機高分子膜				
	ガス分離膜 促進輸送膜 浸透気化(蒸気透過)分離膜 薄膜作製		<岡本 健一>	…	1189
第7節	親水・はつ水膜	……………	<大脇 健史/多賀 康訓>	…	1195
	親水/はつ水膜材料 親水膜の応用 はつ水膜の応用 今後の展望				
第8節	金属酸化物多孔性薄膜	……………	<藤川 茂紀/黄 建国/国武 豊喜>	…	1200
	微粒子間の空隙を利用した多孔性薄膜の作製 鋳型法による多孔性薄膜の作製				

第8章 有機バイオデバイス

第1節	有機発光素子	……………	<筒井 哲夫>	…	1210
	有機薄膜発光ダイオード 有機LEDディスプレイの研究開発 有機LEDの動作原理 有機LEDに用いる材料 有機固体レーザ				
	共振器構造の設計 有機材料の設計 導波路構造の検討		<谷口 彬雄>	…	1218
第2節	導電性高分子薄膜	……………	<赤木 和夫>	…	1222
	ポリアセチレン ケミカルドーピング 電気伝導度 ポリアセチレン ヘリカルポリアセチレン				
	ポリビニルカルバゾール類 光学材料 エレクトロルミネッセンス材料 モノリシックフォトリソグラフィ材料		<和田 達夫>	…	1228
	極性配向膜作製と絶対配向方向の決定				
	ポリアニリン	……………	<金藤 敬一>	…	1236

	ポリアニリン薄膜の作製法 構造とスペクトル 電気的性質 電気化学機能	
	ポリジアセチレン	＜松田 宏雄＞ … 1242
第3節	有機トランジスタ	
	π 共役低分子	＜堀田 収＞ … 1248
	π 共役系材料 π 共役系材料を用いたトランジスタ チオフェン系トランジスタ 伝導機構を解明する試み 材料の構造と電気特性 アセン系トランジスタと超伝導およびレーザー発振 まとめと将来展望	
	π 共役高分子	＜小野田光宣／多田 和也＞ … 1252
	動作原理 研究の現状	
	デバイス評価・応用	＜工藤 一浩＞ … 1257
	その場電界効果測定による有機薄膜物性評価 ドナー・アクセプタ分子積層構造トランジスタ 縦型有機トランジスタ 複合型有機発光トランジスタ素子	
第4節	バイオデバイス	
	光電子機能DNA膜	＜雀部 博之／小山 珠美＞ … 1261
	機能材料としてのDNA DNA膜の作製方法 インターカレーションの方法 測定例 DNAデバイス化の可能性	
	DNAチップ	＜馬場 嘉信＞ … 1266
	DNAチップとは DNAチップによる遺伝子の発現解析 DNAチップ・マイクロアレイから次世代DNAチップへ	
	マイクロ化学デバイス	＜北森 武彦／佐藤 記一＞ … 1270
	マイクロ化学デバイスの特徴 マイクロ単位操作 主なマイクロ化学デバイス	
	光デバイスとしてのバクテリオロドプシン	＜小山 行一＞ … 1275
	バクテリオロドプシンの構造と機能 光デバイスへの応用 配向が制御されたBR薄膜の作製と解析	

	素吸蔵 グラファイトナノファイバーによる水素吸蔵 その他のカーボンナノストラクチャーによる水素吸蔵	
第6節	可溶化と生体・医薬への応用	＜岡崎 俊也／篠原 久典＞ … 1317
	ナノチューブの側面を化学修飾する ナノチューブを切断して、末端を化学修飾する ナノチューブが溶ける溶媒を見つけ出す	
第7節	DLC膜	＜中東 孝浩＞ … 1324
	DLCの特徴・製法 DLCの摩擦・摩耗特性 DLCの用途開発 高分子材料へのDLCコーティング技術	

- キーワード索引
- 略語索引
- 化学式索引
- 評価方法と評価対象一覧

カーボンナノストラクチャー

第1節	構造と特徴	＜平原 佳織／飯島 澄男＞ … 1282
	フラーレン カーボンナノチューブ カーボンナノホーン ナノオニオン, バッキーオニオン メソポアカーボン	
第2節	作製と分離・精製方法	＜小塩 明＞ … 1290
	フラーレンの生成法 フラーレン分離法 カーボンナノチューブの合成法 カーボンナノチューブの精製法	
第3節	電界放出電子源とディスプレイ	＜齋藤 弥八＞ … 1297
	CNTの構造 電界放出とCNTの特徴 CNT膜の作製 ディスプレイへの応用	
第4節	電子デバイス	＜二瓶 史行＞ … 1302
	エレクトロニクス材料としてのカーボンナノチューブ カーボンナノチューブの合成 電界効果トランジスタ LSI配線 新機能デバイス	
第5節	カーボンナノチューブ等による水素吸蔵	＜曾根田 靖＞ … 1307
	水素貯蔵技術 多様なカーボンナノストラクチャー カーボンナノチューブによる水	