

実用表面改質技術総覧

総目次

第1編 総論

第1章 表面改質の基礎	31	(2) めっき膜の硬さ	56
第1節 表面改質技術の目的特性	31	(3) めっき膜の耐食性	57
第2節 表面処理技術とその特徴	33	1.3 複合めっき	58
第3節 表面処理素材について	36	1.3.1 複合めっき法	59
第2章 ウェットプロセス	38	(1) 共析微粒子	59
第1節 電気めっき	38	(2) 微粒子の共析機構	60
1.1 単一めっき	38	(3) めっき液とプロセス	60
1.1.1 卑金属めっき	38	1.3.2 皮膜特性と応用	60
(1) 電気めっきの基礎	38	(1) 耐摩耗性皮膜	60
(2) 結晶電析	40	(2) 耐食性皮膜	61
(3) 電気めっき各論	42	(3) その他	62
(4) 機能皮膜の創製法	42	1.4 アモルファスめっき	63
(5) 最近の動向	44	(1) アモルファスの構造と解析	63
1.1.2 貴金属めっき	46	(2) アモルファスめっきの作製 と利用	63
(1) 貴金属めっきの現状	46	(3) アモルファスめっきの物性 と応用	65
(2) 金の電析反応	46	1.5 パルスめっき	69
(3) 貴金属めっきの動向	46	(1) 金属の析出反応	69
1.2 合金めっき	49	(2) パルス電流による金属の析出	70
1.2.1 合金めっきとは	49	(3) パルスめっきの応用	70
1.2.2 合金めっきの機構	49	1.6 レーザーめっき	73
(1) 電析法における合金化の機構	49	1.6.1 主なレーザー種類と特徴	73
(2) 無電解めっき法における合金 化の機構	51	1.6.2 溶液中レーザー照射の特徴	73
1.2.3 めっき膜の構造制御理論	51	1.6.3 レーザー照射による表面反応	74
1.2.4 めっき膜の成長機構と熱平衡状態図	52	(1) 電解中レーザー照射	74
(1) 純金属めっき膜の成長機構	52	(2) 無電解レーザーめっき (レーザー誘起めっき)	74
(2) 合金めっき膜の成長	53	1.6.4 レーザー照射による反応加 速及び誘起の機構	75
1.2.5 めっき膜の構造に関するまとめ	56	(1) めっき反応加速の機構	75
1.2.6 めっき膜の構造と物性	56	(2) 無電解析出(レーザー誘起反応)	
(1) めっき膜の表面形態	56		

の機構	76	(1) めっき反応の基本	96
1.6.5 ジェットセルとの組合せによる 高速・高品質レーザーめっき	76	(2) 鋼成分とめっき	98
1.6.6 溶液中照射の装飾めっきへの応用	77	(3) めっき被膜に関する発展	98
1.7 非水めっき	78	3.1.3 Zn-Al系合金めっき	98
1.7.1 最近の非水めっきの研究例	78	(1) めっき技術	98
(1) 熔融塩からのめっき	78	(2) Zn-Al系合金めっき鋼板	98
(2) 有機溶媒からのめっき	79	(3) Zn-Al系合金めっき鋼板 の耐食機構	99
1.7.2 有機溶媒からのAlのめっき	79	3.1.4 亜鉛, Zn-Al系合金めっき 鋼板の塗装性	100
(1) AlBr ₃ -エチルベンゼン- トルエン浴からのAlの電析	79	3.2 アルミニウムめっき	102
(2) テトラヒドロフラン(THF) を用いる浴からの電析	79	(1) バッチめっき法	102
(3) アルキルアルミニウムを用 いる浴からの電析	80	(2) 連続めっき法	102
1.7.3 熔融塩浴からのAlのめっき	80	(3) 熔融アルミニウムめっき層 の構造	103
(1) 常温型熔融塩からのAlの電析	80	3.3 熔融スズおよびターン (Pb-Sn) めっき	104
(2) 低温熔融塩浴からのAl合金 の電析	80	3.3.1 熔融スズめっき	104
第2節 無電解めっき	82	(1) 熔融スズめっき装置	104
2.1 無電解合金めっき	82	(2) 熔融スズめっき条件	104
2.1.1 Co-Pめっきについて	82	3.3.2 ターン (Pb-Sn) めっき	104
2.1.2 無電解コバルト系合金めっき	83	(1) ターンめっき設備	105
2.1.3 無電解Co-Pめっき膜の磁気 記録特性	84	(2) ターンめっき条件	105
2.2 複合めっき	85	(3) ターンめっき鋼板の性能特性	106
2.2.1 複合めっき法	85	(4) ターンめっき鋼板の用途	108
2.2.2 析出機構	86	第4節 陽極酸化	108
2.2.3 特性と応用	86	4.1 アルミニウム	108
(1) 耐食性	87	4.1.1 陽極酸化の基礎	108
(2) 耐摩耗・低摩擦性	87	(1) Kubashevskyの容積分率 ψ と 酸化物薄膜の生成速度について	109
(3) 非粘着離型性	89	(2) アルミニウム陽極酸化の電解 液と皮膜の構造	109
(4) 接着性	90	(3) ポーラス型陽極酸化皮膜成長 の動力学	110
(5) その他の機能性	90	(4) ポーラス型酸化皮膜の孔径の制御	110
2.3 アモルファス合金	91	(5) 陽極酸化皮膜の自然発色	110
2.3.1 種類	91	4.1.2 応用技術各論	110
2.3.2 実用例	92	(1) 電解着色	110
(1) 磁気ディスク媒体下地めっき への無電解Ni-Pめっき	92	(2) 磁気ディスク基板としてのア ルミニウムの利用	111
(2) 薄膜抵抗体への無電解Ni-W-P めっき	93	(3) 磁気ディスクのテキスチャー リングについて	111
第3節 熔融めっき	94	(4) アルミニウムPS版	112
3.1 亜鉛及び亜鉛合金めっき	94	(5) ソーラーコレクターとしての 選択吸収膜	112
3.1.1 めっき設備	94		
3.1.2 めっき技術	96		

(6) 多孔質陽極酸化皮膜を利用したマイクロフィルター	112	(4) 溶剤脱脂法	135
(7) 孔径制御による同位体分離膜の試み	113	7.1.2 電解洗浄法	135
4.2 チタン	113	(1) 陰極脱脂洗浄	135
(1) 火花発生電圧以下での陽極酸化(干渉色皮膜)	113	(2) 陽極脱脂洗浄	136
(2) 火花発生電圧以上での陽極酸化(厚膜形皮膜)	115	7.1.3 酸洗浄法	136
第5節 化成処理	118	(1) 普通鋼	136
5.1 りん酸塩処理	118	(2) 鉄铸件	136
(1) りん酸塩皮膜の用途	118	(3) 銅および銅合金	136
(2) 塗装下地としてのりん酸亜鉛系化成処理	118	7.1.4 電解酸洗浄法	136
5.2 クロメート処理, その他	121	(1) 陰極酸洗浄法	136
(1) クロメート処理の概要	121	(2) 陽極酸洗浄法	137
(2) クロメート処理の種類と方法	121	7.1.5 酸活性化法	137
(3) クロメート被膜の構造	122	(1) 酸活性化処理の注意	137
(4) クロメート被膜の防食作用	123	(2) 第1めっき層密着不良対策	137
(5) クロメート被膜の性能	124	7.2 機械研磨	138
(6) クロメート処理の将来技術	124	7.2.1 研磨布紙加工	138
(7) クロメート以外の化成処理	124	7.2.2 バフ加工	138
5.3 発色処理	125	7.2.3 バレル加工	139
5.3.1 ステンレス鋼の発色	125	7.2.4 ブラスト加工	139
(1) 発色の原理	125	7.3 電解研磨, 化学研磨	140
(2) 湿式酸化法	125	7.3.1 研磨機構	140
(3) インコ法による化学発色	125	7.3.2 研磨液組成	140
5.3.2 銅および銅合金の緑青発色	127	7.3.3 研磨面の性質	141
(1) 化学発色法	127	7.3.4 複合研磨	141
(2) 緑青被膜構造と特性	127	第8節 排水処理	142
5.3.3 Zn-Niめっき鋼板の黒色発色処理	128	8.1 排水処理法と装置	142
(1) 化学発色法	128	8.1.1 シアン排水の処理	142
(2) 黒色被膜構造と特性	128	(1) アルカリ塩素法	143
第6節 有機被覆	129	(2) 不溶性錯体法	143
6.1 塗装	129	8.1.2 6価クロムの処理	144
6.2 ラミネート被覆	131	8.1.3 PH調整と金属水酸化物の形成	144
(1) ラミネート被覆材の種類と用途	131	8.1.4 凝集沈殿処理	145
(2) ラミネート装置	132	8.2 排水源対策	146
(3) ラミネート被覆材の品質	132	8.2.1 水洗工程対策	146
第7節 前処理, 研磨	134	(1) 水洗水量と排水濃度の調節	146
7.1 脱脂, 酸洗	134	(2) 汲み出し量の削減対策	146
7.1.1 アルカリ浸漬脱脂法	134	(3) 成分分別	146
(1) 動・植物性油脂の場合	134	第3章 ドライプロセス	147
(2) 鉱物性油脂の場合	134	第1節 物理蒸着(PVD)	147
(3) 界面活性剤の利用	134	1.1 真空蒸着	147
		1.1.1 真空蒸着の適用分野	147
		1.1.2 蒸着の特徴	147
		1.1.3 蒸着圧力	147
		1.1.4 真空排気	150

1.1.5 蒸発速度	150	(2) RHEED強度振動による成長制御	172
1.1.6 蒸着膜の膜厚分布	150	(3) 今後の展望	172
1.1.7 蒸発源	154	第2節 イオン注入及びイオンビームミキシング	173
(1) 直接加熱蒸発源	154	2.1 イオン注入法の原理と特徴	173
(2) 間接加熱式蒸発源	154	(1) イオン注入装置	173
(3) 蒸発表面の直接加熱	155	(2) 注入イオンの衝突過程とイオン分布	173
1.2 イオンプレーティング	156	(3) イオン注入法の特徴	174
1.2.1 イオンプレーティングの原理と手法	156	2.2 イオン注入による構造変化	174
(1) イオンプレーティングの基本原理と手法	156	(1) 結晶変態	174
(2) イオンプレーティングのプロセス	158	(2) 非晶質化	175
1.2.2 イオンプレーティングにより生成される被膜の諸特性	159	(3) 表層窒化物組成	175
(1) 各種生成被膜の特性	159	2.3 イオン注入法による表面改質例	176
(2) 被膜の構造	159	(1) 改質層の耐食性	176
(3) 被膜の密着性	160	(2) 摩擦・摩耗特性の改善	178
(4) 密着性の評価方法	160	(3) 水素吸収抑制と水素脆性の改善	178
(5) 被膜の内部応力	161	(4) 高温耐酸化性の改善	179
1.2.3 イオンプレーティング処理の現状	161	(5) 超伝導体材料の改質	179
(1) 切削工具への適用	162	(6) 磁気的性質およびセラミックスの改質	179
(2) 金型への適用	163	2.4 イオンビームミキシングによる表面改質	179
(3) 装飾品, 民生品への適用	163	(1) イオンビームミキシングの原理と特徴	179
(4) その他の分野への適用	164	(2) ダイナミックミキシング	180
1.2.4 今後の展開と課題	164	第3節 化学蒸着 (CVD)	183
1.3 スパッタリング	165	3.1 熱CVD	183
1.3.1 各種スパッタリング法とその原理	165	(1) 熱CVDの原理	183
(1) 直流2極スパッタ法	165	(2) 熱CVDの方法および装置	184
(2) 高周波スパッタ法	166	(3) 熱CVDの特徴	186
(3) マグネトロンスパッタ法	167	(4) 熱CVDにより作製されている薄膜材料および応用分野	186
(4) 新しいスパッタリング法	167	3.2 プラズマCVD	189
1.3.2 膜の堆積過程と膜質	168	(1) プラズマCVDの原理	189
(1) 反応性スパッタリング	168	(2) プラズマについての基礎	189
(2) 酸化物焼結体ターゲットの高速中性粒子	169	(3) プラズマの生成法	190
(3) 焼結体ターゲットの密度と膜質	169	(4) プラズマCVDの方法および装置	192
1.3.3 新材料の創成	170	(5) プラズマCVDの特徴	193
(1) プラズマ制御型スパッタリング	170	(6) プラズマCVDにより作製されている薄膜材料及び応用分野	193
(2) マルチ・ターゲットスパッタリング	170	3.3 光CVD	194
1.4 分子線エピタキシー	171	3.3.1 レーザーCVD装置の概念	195
(1) 装置の構成	171	(1) レーザー光源	195

(2) 反応装置等	196	4.3.2 方法	213
(3) 反応試薬, ガス	197	4.3.3 拡散層	213
(4) 反応条件	197	4.3.4 用途	213
3.3.2 レーザーCVD法の特徴が現 われた幾つかの例	197	4.3.5 総括	215
3.3.3 光CVD法による表面改質技 術開発の現状	200	第5節 溶射	215
3.3.4 将来の展望	201	5.1 プラズマ溶射	215
3.4 プラズマ重合	203	5.1.1 装置の概要	215
3.4.1 プラズマ重合膜の特性	203	5.1.2 溶射工程と膜の構造	216
(1) 化学構造	203	5.1.3 溶射材料	217
(2) 結晶性	204	5.1.4 溶射被膜の性質	217
(3) 形態	204	(1) 密着強さ	217
(4) 表面の性質	204	(2) 硬さ	217
(5) プラズマ重合法の特徴と問題点	205	(3) 耐熱性, 遮熱性	218
第4節 表面硬化	207	(4) 電気的性質	218
4.1 窒化	207	5.1.5 応用例	219
4.1.1 窒化法	207	5.2 減圧プラズマ溶射	220
4.1.2 研究と応用	207	5.2.1 減圧プラズマ溶射装置の構成	220
(1) 粉体, 塩浴, ガス窒化	207	5.2.2 減圧プラズマ溶射法の特徴	220
(2) 窒化用材料	207	(1) プラズマによる前処理, 母 材温度制御	221
(3) イオン窒化	208	(2) 減圧プラズマジェットの温 度・速度場	221
4.2 浸炭	209	(3) 皮膜特性	222
4.2.1 概要	209	5.2.3 応用の現状, および動向	223
4.2.2 浸炭の基礎	209	(1) ジェットエンジン, ガスタ ービン部品の表面改質	223
4.2.3 浸炭処理の種類と特質	210	(2) 反応性プラズマ溶射	224
4.2.4 浸炭処理の展望	212	(3) 溶射成形法	224
4.3 拡散浸透処理	213		
4.3.1 原理	213		

第2編 各種材料の表面改質

第1章 金属の表面改質	227	1.2.1 改質技術の分類	240
第1節 鉄鋼及びステンレス	227	1.2.2 改質技術	240
1.1 鉄鋼	227	(1) 不動態皮膜の強化	240
1.1.1 表面処理鋼板の生産高	227	(2) 電解研磨・化学研磨	240
1.1.2 表面処理鋼板の種類と特徴	227	(3) 電気めっき	242
(1) 溶融めっき鋼板	227	(4) 化学的発色法	243
(2) 電気めっき鋼板	231	1.3 ステンレス(ドライ)	245
(3) 有機被覆鋼板	238	(1) ステンレス鋼の特徴と表面 改質技術	245
1.2 ステンレス(ウェット)	240	(2) 各種表面改質手法の特徴と	

ステンレス鋼応用	245	1.1.1 重合反応によるポリマー粒 子合成法	280
1.3.1 ドライブプロセスのステンレス への応用例	247	1.1.2 重合法各論	280
(1) 耐食性ステンレス鋼の開発状況	247	1.1.3 重合プロセスによる表面改質	282
(2) 装飾性ステンレス鋼の開発状況	250	(1) シード乳化重合による表面改質	282
(3) 耐摩耗性ステンレス鋼の開発状況	253	(2) その他の改質	283
(4) その他の応用例	254	1.2 物理的,化学的方法による表面改質	284
1.3.2 大面積ドライブプロセスの現状	256	1.2.1 化学的表面改質法	284
1.3.3 将来展望	257	(1) 表面カルボキシル基の反応	284
第2節 アルミニウム	259	(2) 表面アミド基による改質	284
2.1 アルミニウムの表面特性	259	(3) 表面エポキシ基による改質	285
2.2 化成処理	261	(4) その他の官能基による改質	285
2.2.1 クロム酸塩処理	261	1.2.2 物理的表面改質法	285
(1) クロム酸クロメート処理	261	(1) ヘテロ凝集法を利用した無機 ・有機複合粒子の調製	285
(2) 磷酸クロメート処理	262	(2) 高分子吸着層の接着作用を利 用する方法	287
(3) Zr系処理	262	(3) 無機・有機複合粒子調製法の 新展開	288
2.2.2 磷酸塩処理	262	1.3 ポリマー粒子表面における析出 反応による表面改質	290
2.3 陽極酸化と封孔	265	1.3.1 金属イオンの固定化	290
2.3.1 陽極酸化処理	265	1.3.2 金属超微粒子の析出	290
2.3.2 封孔処理	267	1.3.3 金属被覆ポリマー粒子	291
2.4 陽極酸化皮膜の着色	268	第2節 ポリマー粒子の機能と用途	292
2.4.1 合金発色法	268	2.1 ミクロゲル粒子	292
2.4.2 電解着色法	269	2.1.1 ミクロゲルとは	292
第3節 チタン	271	2.1.2 ミクロゲルの製造	293
3.1 チタンの一般的特性	271	2.1.3 表面改質ミクロゲルの機能 と応用	293
3.2 耐食性改善	272	(1) 乳化剤の選択による表面改質	293
(1) 大気酸化処理	272	(2) 反応性ミクロゲルの化学的修飾に による表面改質	293
(2) パラジウムコーティング	272	(3) 極性モノマーの共重合による 表面改質	294
3.3 チタンの耐摩耗性改質	274	(4) Core/shell構造による表面改質	294
(1) 湿式めっき	274	2.2 ラテックス粒子(診断薬への応用)	295
(2) 窒化処理	274	2.2.1 ラテックス粒子の特徴	295
(3) ホウ化処理	275	2.2.2 蛋白の結合	295
(4) 溶射	275	2.2.3 ラテックス粒子の機能と応用	296
(5) 肉盛溶接	275	(1) 反応の増幅機能	296
(6) CVD及びPVD	276	(2) 標識機能	296
(7) イオン注入	276	(3) 分離機能	297
3.4 意匠性改質	276	2.3 懸濁重合粒子(FRPへの応用)	298
(1) 表面仕上げ	276	(1) FRPに使用されるポリマー材料	298
(2) 着色	277		
3.5 その他	278		
第2章 プラスチックの 表面改質	280		
第1節 ポリマー粒子の表面改質	280		
1.1 重合プロセスによる表面改質	280		

(2) 懸濁重合粒子の特徴	299	割れの防止	335
(3) FRP用添加剤としての懸濁 重合粒子の設計	299	1.1 防湿化	335
(4) FRP用添加剤としての懸濁 重合粒子の特長	299	1.2 防水化	335
第3節 プラスチック成形品の表面改質	301	1.3 割れの防止	336
3.1 表面改質の効果	301	第2節 化学的修飾による木質表面の改質	336
3.1.1 プラスチック成形品の表面状態	301	2.1 エーテル化	336
(1) 表面の概念	301	2.2 エステル化	339
(2) 原子結合状態と表面	301	2.3 イソシアネート化	340
(3) 表面自由エネルギーに関する特性	301	2.4 WPC化	341
(4) 組成の配向性	305	2.5 グラフト化	343
(5) ポリマーの分子量の影響	306	2.6 セラミック化	344
3.1.2 プラスチックの表面改質	306	2.7 可塑化	344
(1) 表面改質の概要	306	2.8 プラズマ処理	345
(2) 湿式法による表面改質	307	第3節 着色	345
(3) 乾式法による表面改質	309	3.1 漂白処理	345
3.1.3 プラスチックの表面改質例	314	3.2 染色	345
3.2 ドライプロセスによる表面改質	318	第4節 塗装による改質	348
(1) ポリマーに対するプラズマ の作用	318	4.1 素地研磨による改質	348
(2) ポリマー表面の分析	319	4.2 素地着色による改質	348
(3) インプランテーションには 何が寄与しているか	320	4.3 目止めによる改質	348
(4) プラズマ処理改質表面の持続性	321	4.4 下塗りによる改質	349
(5) プラズマ処理の深さ	321	4.5 上塗りによる改質	349
(6) ポリマーラジカルの反応性 と表面改質	321	4.6 機能性塗料による木材の改質	349
(7) 水素引き抜き反応と表面改質	322	第5節 積層による木材の改質	351
(8) エッチングによる表面改質	323	5.1 他材料の積層による木材の改質	351
3.3 ウェットプロセスによる表面改質	326	(1) 天然木化粧合板	351
(1) 化学的処理 (エッチング)	327	(2) 合成樹脂オーバーレイ合板	351
(2) アミノ基, イミノ基の形成法	328	第4章 セラミックスその他の 表面改質	353
(3) コロイド性触媒	329	第1節 ガラス表面の改質	353
3.4 樹脂粉体のメタライジング	330	1.1 ガラスの研磨, エッチング	353
3.4.1 樹脂粉体の無電解めっき法に よる金属被覆	330	(1) ガラスの研磨	353
3.4.2 無電解めっきでの問題点	330	(2) ガラスのエッチング	353
3.4.3 高速気流中衝撃法を前処理と する方法	331	1.2 ガラスの表面強化	354
(1) 樹脂粉体の無機粉体による被覆	332	(1) 表面急冷法	354
(2) 無電解Niめっきによる金属被覆	333	(2) 表面結晶化法	354
第3章 木材の表面改質	335	(3) スパッターエッチング	354
第1節 比較的簡単な防湿化, 防水化,		(4) コーティング	354
		(5) 化学的強化	354
		1.3 ガラス表面処理	355
		(1) コーティング	355
		(2) 化学反応による表面処理	355
		(3) メカノケミカル反応による 表面処理	357

(4) グラフト重合	357	(6) マトリックスとの関係	386
(5) メッキ	357	4.5 表面処理と表面改質	387
(6) 有機金属化合物の熱分解による被膜形成	358	(1) 浅い表面改質	387
(7) 有機金属化合物の光分解による被膜形成	359	(2) 深い表面改質	387
(8) 蒸着	360	(3) 外付表面改質	387
第2節 半導体表面の改質と処理	362	第5節 バイオセラミックスの表面改質	388
2.1 半導体表面処理の目的と方法	363	5.1 生体親和性, 生体結合性の付与	388
2.2 洗浄	363	5.2 高強度化	392
2.2.1 洗浄としての表面処理	363	5.3 多孔質化による生体結合性の付与	393
2.2.2 洗浄液による処理方法	364	第6節 セラミックス触媒の表面改質, 表面制御	395
2.2.3 ドライ洗浄法	366	6.1 金属酸化物生成反応の制御概念	395
2.3 リソグラフィ工程で用いられる表面処理	368	6.2 金属酸化物の物性設計	396
2.3.1 HMDS処理	368	(1) 組成の均質化	396
2.3.2 解像性能を向上させるための表面処理	369	(2) 添加成分の高分散化	397
2.3.3 表面反応を利用したパターン形成技術	369	(3) 粒子径とメソ細孔の制御	397
2.4 膜形成で用いられる表面処理	371	(4) ミクロ細孔形成	398
第3節 セラミックスセンサの表面改質	373	(5) 比表面積	398
3.1 セラミックスの特徴	373	(6) 金属酸化物の構造制御	398
3.1.1 セラミックスの微細構造	373	6.3 固体触媒反応	399
3.2 セラミックスセンサにおける改質の実際	373	(1) メタノールの転化反応	399
3.2.1 セラミックスガスセンサ	373	(2) 水素化反応	400
(1) セラミックスへのガスの吸着機構	373	(3) 耐熱性触媒	401
(2) 代表的な表面制御型ガスセンサ	375	第5章 粉体の表面改質	403
3.2.2 セラミックス鮮度センサ	377	第1節 粉体表面改質の基礎的事項	403
3.2.3 セラミックス湿度センサ	378	1.1 粉体表面改質の目的と思考法	403
(1) セラミックスへの水蒸気の吸着機構	378	(1) 表面改質の基本的立場での目的	403
(2) 実用化された代表的湿度センサ	379	(2) 粉体表面改質の基本的立場での思考法	403
第4節 セラミックス繊維の表面改質	382	(3) 粉体表面改質のまとめ	404
4.1 セラミックス繊維	382	1.2 粉体表面改質技法の基礎	404
4.2 セラミックス繊維と表面処理	383	(1) 金属酸化物超微粒子の調製	404
4.3 表面処理と表面改質	383	(2) 金属酸化物表面上での有機色素の合成	405
4.4 表面処理の含む機能	384	(3) 粘土鉱物類の無機陽イオンによる処理	405
(1) 界面カップリングとの関係	384	(4) ポリマー微粒子表面への金属コーティング	406
(2) 繊維強度維持と表面保護との関係	385	(5) 低温酸素プラズマ処理	407
(3) 加工性や作業性などとの関係	385	第2節 粉体表面改質の応用的事項	409
(4) 組織維持や形態維持との関係	386	2.1 有機顔料の表面改質	409
(5) 表面変成や分散性などとの関係	386	2.1.1 有機顔料の表面状態及び特性	409
		2.1.2 表面改質の目的及び効果	409
		2.1.3 表面改質方法	410

(1) 粒子形状の制御	410	2.6.1 天然物の性質評価	443
(2) コーティング	410	2.6.2 卵殻粉体にみる天然物素材	444
(3) ポリマー処理	412	2.7 粉体表面改質関連の応用技法	445
(4) トポケミカルな処理	413	2.7.1 混合技術と表面改質の関係	445
(5) 無機-有機複合化処理	413	2.7.2 新しい混合技術からの表面改質への展開	445
(6) 有機複合化処理	413	第3節 粉体表面改質の将来課題	448
2.2 無機粉体の表面改質	414	3.1 改善技術と工業化における課題	448
2.2.1 文具類における無機粉体の表面改質応用例	414	(1) 粉体表面改質の設計	448
(1) 顔料の表面改質例	415	(2) 粉体微粒子の表面改質としてのマイクロカプセル化	448
(2) 無機粉体による表面改質例	416	(3) 表面層の化学反応の利用	450
2.2.2 無機顔料の表面改質と機能化	418	(4) ナノ構造制御による機能付与	451
(1) 無機質による改質	418	(5) エピタクシー, トポタクシ-の利用	451
(2) 有機質による改質	420	(6) インターカレーションによる表面改質	451
2.2.3 機能性無機粉体の開発	423	(7) 産業・工業化における展望と課題	451
(1) CVD (Chemical Vapor Deposition) 法による表面修飾とその効果	423	3.2 改質技術と基礎研究における課題	452
(2) 無機化合物被覆法によるタン系ホトクロミック顔料	423	3.2.1 粉体混合技術の表面改質への応用	452
(3) 光吸収材料としての合成フッ素金雲母	424	3.2.2 微粒子設計へのアプローチ	453
(4) 六方晶窒化ホウ素の粉体特性	426	第6章 膜のコロイド処理による表面改質	455
(5) 今後の展開	427	第1節 微粒子分散膜の作成	455
2.3 金属粉体の表面改質	428	第2節 対向拡散による沈殿生成過程のシミュレーション	455
(1) 粉体電気めっき装置	428	第3節 Ag微粒子分散膜による表面増強ラマン散乱	456
(2) 粉体電気めっき条件	429	第4節 半導体微粒子分散膜の非線形光学特性	457
(3) 各種複合粉体の製造例	431	第5節 金属微粒子分散膜の触媒特性	458
2.4 木材粉体の表面改質	433	第7章 含浸と表面改質	461
2.4.1 木材の細胞組成と化学成分の分布	433	第1節 含浸の効果とその例	461
2.4.2 木材の粉碎	433	1.1 センイ質	461
2.4.3 木粉の反応性	434	1.2 電気部品	461
2.4.4 物理的改質	435	1.3 電子部品	461
2.4.5 化学改質に利用できる化学反応	436	1.4 溶射体	461
2.5 複合粉体の表面改質	437	1.5 焼結体	462
2.5.1 複合粉体の加工における基礎事項	437	1.6 軽合金鋳物	462
2.5.2 複合粉体の「改質」概念と応用	438	1.7 鉄およびその他の鋳物	462
2.5.3 複合粉体の表面改質	438	1.8 木材	462
(1) 粉体スパッタリング装置	438	1.9 コンクリート	463
(2) 粉体スパッタリング条件	439	1.10 プラスチック成形体その他	463
(3) アルミナ粒子分散強化複合材料の作製	441		
2.6 天然物粉体の表面改質	443		

第2節 含浸剤の形態	463	3.2 樹脂含浸剤	464
第3節 各種含浸剤	464	3.3 金属含浸剤	465
3.1 無機含浸剤	464	第4節 含浸の方法	465

第3編 材料表面の評価

第1章 電子顕微鏡	469	第4節 電子線回折による表面構造解析	491
第1節 走査電子顕微鏡(SEM)による微細構造観察	469	4.1 結晶表面構造の電子顕微鏡による観察	491
1.1 SEMの原理	469	4.2 投射型電子顕微鏡法	492
1.2 走査電子プローブの形成	470	4.2.1 透過電子顕微鏡法	492
1.3 SEM鏡体・試料室	471	4.2.2 反射電子顕微鏡(REM)法	492
1.4 2次電子放出・検出	471	4.3 走査型反射電子顕微鏡法	493
1.5 画像のコントラストとノイズ	472	4.4 表面構造観察例	493
1.6 SEM像のコントラスト	473	4.4.1 透過法	493
1.7 加速電圧効果	473	4.4.2 反射法	493
1.8 反射電子(後方散乱電子)像	473	(1) 原子ステップ観察	493
1.9 チャネリング・コントラスト	474	(2) 表面再配列構造観察	494
1.10 その他のコントラスト	474	(3) MBE成長過程のその場観察	495
1.11 超高分解能SEM	475	4.5 今後の展望	498
第2節 透過電子顕微鏡による微細構造	477	第2章 走査型プローブ顕微鏡	500
2.1 透過電子顕微鏡装置の構造と機能	477	第1節 走査型トンネル顕微鏡(STM)	500
2.2 像のコントラストの成因と得られる情報	478	1.1 測定原理及び装置	500
2.2.1 散乱コントラスト	478	1.2 測定モード	502
2.2.2 回折コントラスト	479	1.3 プローブ	503
2.2.3 位相コントラスト	481	1.4 測定例	503
2.2.4 透過電子顕微鏡で得られる情報	481	1.5 表面加工	505
2.3 試料作成法	482	第2節 原子間力顕微鏡(AFM)	505
2.3.1 電子顕微鏡用試料として必要な性質と条件	482	2.1 測定原理及び装置	505
2.3.2 各種試料と形状	484	2.2 測定例	506
2.3.3 各種の試料に対する試料作成法	484	第3節 他の走査型プローブ顕微鏡(SPM)	508
第3節 分析電子顕微鏡による局所分析	485	3.1 摩擦力顕微鏡(FFM)	508
3.1 分析電子顕微鏡の特徴と機能	485	3.2 磁力顕微鏡(MFM)	508
3.2 エネルギー分散型X線分光法	486	3.3 走査型イオン伝導度顕微鏡(SICM)	508
(1) 検出器	486	第3章 表面の組成と分析	510
(2) 分析技法	487	第1節 赤外吸収スペクトル	510
3.3 電子エネルギー損失分光法	488	1.1 振動状態の分光	510
(1) 検出器	488	1.2 特性吸収の振動数	511
(2) 分析技法	489	1.3 赤外吸収分光法	512
		1.4 高感度反射法	512

1.5 分光方式と偏光の制御	513	1.4 細孔分布の測定	547
1.6 薄膜堆積のその場観察への応用例	514	(1) 水銀圧入法	548
第2節 オージェ電子分光法	517	(2) 気体吸着法	549
2.1 原理	517	第2節 表面の化学的特性	550
(1) オージェ電子の発生	517	2.1 実在表面の構造	550
(2) 情報深さ	519	2.2 表面の化学的性質	551
(3) スペクトルの形成	519	(1) 酸化還元的性質	551
2.2 装置	522	(2) 表面の酸, 塩基性	551
(1) 電子銃	522	(3) 表面の酸, 塩基性測定	554
(2) 電子エネルギー・スペクトル	523	(4) 表面の極性の測定	555
(3) 電子分光器の種類と得失	523	第3節 表面電位 (仕事関数)	557
2.3 AESの特徴	525	3.1 仕事関数 Φ	557
2.4 基本的技術	525	(1) 仕事関数の定義と特徴	557
(1) サーベイト・掃引	526	(2) 仕事関数 Φ の測定	558
(2) マルチプレックス掃引	527	3.2 接触電位差	558
(3) 因子分析	527	(1) 金属/金属間での接触電位差の発生	558
(4) 深さ方向分析	528	(2) 金属/半導体間, 金属/絶縁物間 での接触電位差の発生	559
(5) 線分析	530	(3) 接触電位差と接触帯電	559
(6) 面分析	530	第4節 表面電気伝導	560
(7) 角度依存分析	530	4.1 体積抵抗率と面積抵抗率	560
2.5 測定・定量評価に当たっての注意点	531	4.2 表面改質層, 皮膜の電気伝導度の 測定方法	560
2.6 試料の保存法と測定上の注意点	532	(1) 絶縁体表面に導体層が形成 されている場合	561
(1) 試料の保存	532	(2) 導体表面に絶縁体層が形成 されている場合	561
(2) 試料の取扱い	532	第5節 帯電性の評価	561
第3節 X線光電子分光	534	5.1 帯電	561
3.1 XPS法の原理と特徴	534	5.1.1 帯電の種類	561
3.2 表面改質技術への応用	534	(1) 接触, 摩擦帯電	562
3.2.1 定量情報	535	(2) コロナ帯電	562
3.2.2 化学状態情報	535	5.1.2 帯電の速度論	562
3.2.3 深さ方向情報	537	5.1.3 帯電の測定・評価	562
第4節 二次イオン質量分析	539	(1) ファラデーケージ法	562
4.1 SIMS法の原理と特徴	539	(2) 表面電位計法	563
4.2 表面改質におけるSIMS測定の応 用例	540	5.2 表面改質による帯電性の修飾	563
4.2.1 半導体材料	540	5.2.1 帯電防止	563
4.2.2 金属・セラミックス材料	541	5.2.2 帯電促進	564
4.2.3 有機材料	542	5.2.3 帯電制御	565
第4章 表面特性	545	第6節 エキソ電子放出	566
第1節 細孔分布	545	6.1 エキソ電子の特徴と測定方法	566
1.1 空隙, 空孔の構造およびその形成	545	6.2 アルミニウムのOSEEとH ₂ O及び O ₂ の吸着	567
1.2 細孔容積	546	6.3 アルミニウムのOSEEと極性有機	
(1) 置換法	546		
(2) 水銀-ヘリウム法	547		
1.3 細孔半径	547		

物蒸気の吸着	567	吸着と実際問題	590
6.4 摩擦・摩耗過程の金属のEEEと		9.1.2 吸着の熱力学	591
H ₂ O及びO ₂ の吸着	569	9.1.3 吸着量の測定	591
6.5 表面化学構造とTSEE	569	(1) 固体表面に吸着した量を測	
第7節 表面自由エネルギー	571	定する方法	591
7.1 表面張力について	571	(2) 吸着を行なわせる前後の溶	
7.2 熔融金属の表面張力	572	液中の濃度変化を求めて吸	
7.2.1 ぬれと表面張力	572	着量を算出する方法	592
7.2.2 熔融金属の表面張力測定法	573	(3) 間接的な方法で吸着量を求める	592
(1) BashforthとAdamsによる方法	573	(4) 測定上の注意	593
(2) その他の計算法	574	9.1.4 吸着熱の測定	593
(3) 熔融金属の表面張力測定装置	575	(1) 熱量計による方法	593
7.2.3 表面張力に影響を及ぼす因子	575	(2) 間接的な方法による測定	594
(1) 吸着	576	9.1.5 固液界面吸着と赤外線吸収	
(2) 含有不純物	576	スペクトル	594
(3) Substrate (基体としての固体)	578	9.1.6 吸着に影響する因子	595
7.2.4 熔融純金属の表面張力	578	(1) 固体表面の性質	595
(1) 熔融純金属の表面張力	578	(2) 溶媒の影響	596
(2) 熔融純金属の表面張力の温		(3) 温度の効果	596
度変化	578	9.1.7 低分子の吸着	596
7.2.5 熔融合金の表面張力	580	(1) 水溶液からの吸着	596
(1) 熔融鉄合金の表面張力	580	(2) 有機溶剤からの吸着	599
(2) 熔融銅合金の表面張力	582	(3) 吸着等温線のまとめ	601
(3) 熔融Ni合金の表面張力	582	(4) 競争吸着	602
(4) 熔融Co合金の表面張力	583	(5) トラウベ (Traube) の法則	603
(5) 低融点合金の表面張力	583	(6) 吸着熱に関して	603
(6) その他の合金の表面張力	583	(7) 電解質添加の効果	603
第8節 濡れ性	585	9.1.8 高分子の吸着	604
8.1 反応の関与しない系におけるぬれ	585	(1) 吸着等温線	604
8.1.1 ぬれの現象をどのように表わすか	585	(2) 吸着速度式	605
8.1.2 ぬれ特性と臨海表面張力	586	(3) 分子量依存性	605
8.1.3 固体表面の性質とぬれ	586	(4) 溶媒の影響	606
(1) 結晶性 (分子の集合状態)	586	(5) その他	607
(2) 表面粗さと表面の均一性	586	9.2 固体と気体界面吸着	607
8.1.4 高分子材料のぬれ	587	9.2.1 固体と気体との界面特性	607
(1) 分散力相互作用を大きくする	587	9.2.2 固体に対する気体の吸着	608
(2) 極性力相互作用を大きくする	587	9.2.3 吸着等温線	608
8.1.5 無機材料のぬれ	588	9.2.4 吸着等温線に関するまとめ	612
8.1.6 金属の水に対するぬれ	588	第10節 粉体を例にした付着性, 凝集性	614
8.2 反応の関与する系でのぬれ	588	10.1 付着の凝集機構	614
8.3 ぬれのヒステレシスと表面のダイ		10.2 凝集力, 付着力の測定法	615
ナミックス (高分子を例にして)	589	(1) 独立した1個の粒子と他の	
第9節 吸着特性	590	粒子および平面との間に働	
9.1 固体と液体界面吸着	590	く力を直接測定する方法	615
9.1.1 固体と溶液との界面における		(2) 粒子と平面の付着力の測定	615

(3) 粉体層における粒子間付着力 の測定	615	(2) 摩耗のメカニズム	630
10.3 測定結果のまとめ	615	第14節 潤滑性	631
(1) 粉体の充てんと凝集性	615	14.1 潤滑モードとストリベック曲線	631
(2) 粉体の凝集性と湿度	616	14.2 境界潤滑における摩擦摩耗特性	632
(3) その他	616	第15節 表面粗さ	633
第11節 光学特性	617	15.1 表面粗さの表わし方	633
11.1 波面測定	617	(1) 最大高さ, R_{max}	633
11.2 波面収差によるレンズの評価	617	(2) 十点平均粗さ, R_2	633
11.3 無収差のグレーティングレンズ	618	(3) 中心線平均粗さ, R_a	634
11.3.1 レンズ作用の原理	618	(4) 自乗平均粗さ, R_{ms}	634
11.3.2 回折効率	620	15.2 表面粗さの測定法	634
11.3.3 グレーティングレンズの波長 依存性	620	(1) 触針法	634
11.3.4 斜め入射特性	621	(2) 光干渉法	634
11.4 散乱特性	621	(3) 電気容量法	634
11.4.1 レイリー散乱	621	(4) その他の測定法	634
11.4.2 ミー散乱	621	第16節 気体透過性	635
11.4.3 ラマン散乱	621	16.1 気体透過の機構	635
11.4.4 ブリルアン散乱	622	(1) 無孔性緻密膜の透過機構	635
11.5 反射・屈折特性	622	(2) 多孔質膜の透過機構	635
11.5.1 屈折と全反射	622	16.2 気体透過性の評価方法	636
11.5.2 偏光とブルースターの法則	623	(1) 圧力法	636
第12節 磁気特性	625	(2) 吸着(収着)法	637
12.1 磁気記録媒体	625	(3) 温度依存性	638
12.2 ハードディスクとトライボロジ	625	(4) 結晶性の影響	638
12.3 ヘッド吸着	627	16.3 各種材料の評価	638
12.4 潤滑および保護膜	627	第17節 酸素活性	639
第13節 摩擦摩耗特性	629	17.1 酸素活性測定法	640
13.1 摩擦	629	(1) 酸素電極法	640
(1) すべり摩擦ところがり摩擦	629	(2) 吸光光度法	641
(2) 摩擦の三態	629	第18節 生体適合性	643
13.2 摩耗	630	18.1 血液凝固因子に着目した評価法	643
(1) 摩耗のタイプ	630	18.2 全血を用いる評価法	644
		18.3 血小板に着目した評価法	644

第4編 装置及び周辺機器

第1章 前処理	649	第2節 化学的方法	651
第1節 概要	649	2.1 浸せき法	651
(1) 材料表面自体の変化による改質	649	2.2 スプレー法	651
(2) 表面皮膜付与による改善	649	2.3 ブラスト法	655
		2.4 廃水処理法	656

(1) アルカリ性脱脂剤	656	2.6.1 攪拌の目的	674
(2) 酸性除錆剤	656	2.6.2 攪拌の種類	674
(3) リン酸塩皮膜化成剤	656	2.6.3 空気攪拌の空気量・圧力	674
(4) 後処理剤	656	2.6.4 空気攪拌パイプ	674
第3節 機械的方法	658	2.7 加熱設備	674
3.1 ブラスト機の種類	658	2.7.1 加熱熱量の設定	674
(1) 圧縮空気式	658	2.7.2 熱交換器の選定	675
(2) 遠心式ブラスト機	659	第3節 無電解めっき	675
3.2 研削材の種類	660	3.1 基本設計条件	675
(1) 要望される研削材の品質	660	3.2 処理槽及び付帯装置	676
(2) 研削材と被ブラスト面との硬度	660	3.3 搬送装置	676
3.3 ブラスト機の付属装置	662	(1) 搬送形態	676
(1) ダストコレクター	662	(2) 治具とバレル	680
(2) 回収コンベアー	663	(3) 装置自動化	680
(3) 研削材選別分離機	663	3.4 制御	681
(4) 油水除去装置	663	第3章 塗 装	683
3.4 清浄度の規格	663	第1節 概 要	683
第2章 め っ き	665	1.1 よい塗装をするには	683
第1節 概 要	665	1.2 塗装技術とは	683
1.1 省力化装置	665	1.3 塗装の前に	685
1.2 品質向上のための装置	665	第2節 スプレー塗装	687
1.3 公害防止装置	666	2.1 エアスプレー	687
1.4 省資源, 省エネルギー装置	666	2.1.1 エアスプレーガン	687
第2節 電気めっき	667	2.1.2 スプレーガンの取扱い	689
2.1 めっき装置	667	2.2 エアレススプレー	690
2.1.1 自動めっき装置の概要	667	2.2.1 エアレススプレーの特徴	690
2.2 直流電源	670	2.2.2 種類と構成	690
2.2.1 直流電源の種類	670	2.2.3 エアレススプレーガン	692
2.2.2 直流電源の冷却方式	670	2.3 エア・エアレススプレー塗装	692
2.2.3 直流電源の制御方式	670	2.4 低圧エアスプレー塗装	693
2.2.4 直流電源の定格の決め方	671	2.4.1 原理と特徴	694
2.3 濾過器	671	2.4.2 低圧スプレーの種類	694
2.3.1 濾過器使用の目的	671	第3節 静電塗装	695
2.3.2 濾過器濾材の種類と選び方	671	3.1 原 理	695
2.3.3 濾過器の選定	671	3.2 特 徴	696
2.4 排気設備	672	3.3 静電塗装機の種類と構造	698
2.4.1 排気の目的	672	(1) 回転電気霧化型	698
2.4.2 排気フード	672	(2) エア霧化方式	699
2.4.3 排気風量の設定	672	(3) エアレスエアアシスト霧化方式	699
2.4.4 排気洗浄装置	673	3.4 自動機の種類と周辺機器	700
2.5 乾燥装置	673	(1) レンプロケータ	700
2.5.1 乾燥装置の種類	673	(2) ロボット	701
2.5.2 乾燥装置の設定	673	(3) 周辺機器	701
2.6 攪拌設備	674	3.5 静電塗装法	701

(1) 回転電気霧化型 (ディスク型)	701	4.1.1 カソードとアノードの分離	734
(2) 回転電気霧化型 (ベル型)	702	4.1.2 アクセルノズル	735
(3) エア静電型	702	4.1.3 溶射条件とプラズマガスの自由度	735
(4) エアレス静電型	704	4.1.4 プラズマトリミング	736
第4節 静電粉体塗装装置	705	4.1.5 ランニングコスト	736
4.1 静電粉体塗装の原理とその特徴	705	4.2 “ツインアノード α ”による溶 射皮膜特性	737
4.2 静電粉体塗装装置の種類と構造	706	4.2.1 Cr ₂ O ₃ の皮膜特性	737
(1) 塗料供給装置	707	4.2.2 WC-12%COの皮膜特性	738
(2) 静電粉体塗装ガン	708	第5節 爆発溶射-Dガン	739
(3) 静電粉体塗装ブース	710	5.1 爆発溶射法の原理	739
(4) 粉体塗料回収装置	711	5.2 溶射装置の概要	740
4.3 塗装システムの取扱いと安全性	712	5.3 D-ガン溶射の特長	741
第5節 電着塗装	713	5.4 応用例	742
5.1 電着塗装システム	713	第6節 J-ガンシステム	744
5.2 装置, 設備	713	6.1 開発経過と目的	744
5.2.1 電着槽	713	6.2 J-GUNの動作原理と特徴	744
5.2.2 塗料の攪拌	715	6.3 装置の構成, 特徴, 仕様, 機能	745
5.2.3 温度の調節	715	6.4 溶射材料	745
5.2.4 電 源	716	6.5 J-GUNによる溶射皮膜	746
5.2.5 陽 極	716		
5.2.6 水洗装置	717		
5.2.7 焼付乾燥炉	717		
5.2.8 塗料補給設備	718		
第4章 溶 射	719	第5章 ドライプロセス	748
第1節 概 要	719	第1節 概 要	748
1.1 溶射方式	719	1.1 真空ポンプ	748
1.2 溶射の特質	720	1.1.1 油回転ポンプ	748
第2節 ミラーサーマル社製プラズマ 溶射装置	721	1.1.2 ルーツポンプ	749
2.1 プラズマ溶射	721	1.1.3 ソープションポンプ	749
2.2 プラズマ溶射装置	722	1.1.4 油拡散ポンプ	749
2.3 低圧プラズマ溶射	725	1.1.5 ターボ分子ポンプ	750
第3節 高速粉末式フレイム溶射 (HVOF)	727	1.1.6 クライオポンプ	750
3.1 従来の粉末式フレイム溶射(低速 粉末式フレイム溶射)	727	1.1.7 イオンポンプ	751
3.2 プラズマ溶射と爆発溶射	727	1.1.8 チタンサブリメーションポンプ	751
3.3 初期の高速粉末式フレイム(HVOF) 溶射装置	728	1.2 圧力計	751
3.4 改良型HVOF	729	1.2.1 全圧計	751
3.5 HVOFの燃焼現象	730	(1) 絶対圧力計	752
3.6 プラズマ溶射との比較	731	(2) 熱伝導真空計	752
第4節 エアロプラズマ溶射トーチ	734	(3) 電離真空計	752
4.1 構造と特徴	734	1.2.2 分圧計 (残留ガス分析器)	753
		第2節 真空蒸着装置	754
		2.1 排気系	754
		2.2 制御系	754
		2.3 蒸発源	754
		2.3.1 抵抗加熱方式	754
		2.3.2 電子ビーム加熱方式	756
		2.4 基板ホルダー	756

2.4.1	カラーセル型	756	6.4	ビームの走査部	772
2.4.2	テーブル型	756	6.4.1	静電スキャン方式	772
2.4.3	プラネタリー型	756	6.4.2	メカニカルスキャン方式	772
2.4.4	自公転型ホルダー	756	6.4.3	ハイブリッド方式	772
2.4.5	バレル型	757	6.5	試料室	773
2.4.6	巻取り型	757	6.6	表面改質に用いられるイオン注入	773
2.5	基板処理方法	757	第7節	エッチング	774
2.5.1	バッチ式	757	7.1	CDE装置	774
2.5.2	ソースロック式	758	7.1.1	バレル型CDE装置	774
2.5.3	ロードロック式	758	7.1.2	平行平板型CDE装置	775
2.5.4	インライン式	758	7.2	RIE装置	775
2.6	膜厚モニター	758	7.2.1	平行平板型RIE装置	775
2.7	蒸着重合装置	758	7.2.2	マグネトロンRIE	776
第3節	イオンプレーティング	759	7.3	ECRを利用したエッチング装置	776
3.1	直流放電式イオンプレーティング装置	759	7.3.1	キャビティ型ECRエッチング装置	776
3.2	高周波 (rf) 放電式イオンプレーティング装置	760	7.4	ドライエッチング装置に要求される項目	777
3.3	ホローカソード放電式イオンプレーティング装置	760	第8節	分子線エピタキシ法	778
3.4	アーク放電式イオンプレーティング装置	761	8.1	排気系	778
第4節	スパッタリング	762	8.2	分子線源	778
4.1	放電方式	762	8.2.1	抵抗加熱式蒸発源	778
4.1.1	dcスパッタリング装置	762	8.2.2	電子ビーム加熱式蒸発源	779
4.1.2	rfスパッタリング装置	762	8.3	基板加熱法	780
4.1.3	マグネトロンスパッタリング装置	762	8.3.1	直接通電加熱法	780
4.2	成膜時に付加される技術	763	8.3.2	輻射加熱法	780
4.2.1	反応性スパッタリング	763	8.3.3	rf誘導加熱法	780
4.2.2	バイアススパッタリング	763	8.4	基板表面の清浄化	780
4.2.3	高温スパッタリング	764	8.5	イオンを用いたMBE法	780
4.2.4	スパッタエッチング	764	第6章	粉体の表面改質	783
4.3	基板処理方法	765	第1節	概要	783
4.3.1	バッチ式スパッタリング装置	765	1.1	粉体と粒子ならびに表面改質	783
4.3.2	インライン式スパッタリング装置	765	1.2	表面改質の工学的背景	785
第5節	CVD装置	768	(1)	コーティングによる改質	786
5.1	熱分解CVD装置	768	(2)	トポケミカル的な改質	786
5.2	プラズマCVD装置	768	(3)	メカノケミカル的な改質	786
5.2.1	バッチ式プラズマCVD装置	768	(4)	カプセル化による改質	786
5.2.2	連続式プラズマCVD装置	769	(5)	ドライプロセスによる改質	786
5.3	プラズマ重合装置	770	(6)	沈でん反応による表面改質	787
第6節	イオン注入装置	771	(7)	シード重合反応による表面改質	787
6.1	イオン源部	771	第2節	カプセル製造装置	788
6.2	質量分析部	771	2.1	製造方法	788
6.3	加速部	772	2.1.1	カプセル化方法の原理	788
			2.1.2	ゲルカプセル法	788

2.1.3	アクアカプセル法	788	5.1.6	スケールアップ	804
2.1.4	多層状カプセル法	789	5.2	攪拌造粒	805
2.2	装置	789	5.2.1	攪拌造粒における造粒機構	805
2.2.1	連続製造装置	789	5.2.2	造粒目的	805
2.2.2	バッチ連続製造装置	791	5.2.3	原料粉末の物性	805
2.3	特徴	791	5.2.4	操作要因	806
第3節	ジェットコーティングシステム	792	5.2.5	攪拌造粒における造粒終点	806
3.1	コートマイザーにおけるコーティングの原理と装置概要	793	5.2.6	スケールアップ	807
3.2	実験例	794	第6節	メカノフュージョンシステム	807
第4節	スプレードライヤ	796	6.1	本法の原理	807
4.1	スプレードライヤの特徴	796	6.2	本装置の概要	809
4.2	スプレードライヤの構成	796	6.3	本装置による表面改質の実例	810
4.3	スプレードライヤの用途	799	第7節	ハイブリダイゼーションシステム	812
4.4	最近の動向	799	7.1	ハイブリダイゼーションシステム概要	812
第5節	流動造粒・転動流動造粒・攪拌造粒	800	7.2	ハイブリダイザーの処理特性	814
5.1	流動造粒・転動流動造粒	800	7.3	ハイブリダイゼーションシステムの応用例	816
5.1.1	流動造粒・転動流動造粒における造粒機構	800	第8節	粉体の液体コーティング装置	818
5.1.2	造粒目的	800	8.1	装置と方法	818
5.1.3	原料粉末の物性	801	8.1.1	コーティングフロー	818
5.1.4	流動造粒・転動流動造粒における操作要因	802	8.1.2	3つのコーティング手法	819
5.1.5	修飾造粒法（粉末被覆）	804	8.2	コーティング例	820

第5編 実用例

1. 木材	825	5. 粉体特性と充填性及び流動性との関係	830
1. 染色木材	825	6. 球状化セメントの適用例	831
2. アセチル化木材	825	7. 応用例	833
3. 樹脂含浸積層強化木	825	3. コンクリート劣化防止	835
4. WPC（木材プラスチック複合体）	826	1. 構造物の劣化・変状原因とその対策	835
5. 防腐防蟻処理木材及び合板	826	2. 補修材料の特性	836
6. 防虫処理木材及び合板	826	3. 補修材料の選定に関する考え方	837
7. 他材料積層改質木材及び合板	826	4. 小麦・小麦粉	838
（1）塗装木材，塗装合板	826	1. 小麦は粉碎して利用	838
（2）合成樹脂オーバーレイ合板	827	2. 小麦の表面	838
2. セメント	827	2.1 色	838
1. セメント粒子の改質の考え方	827	2.2 粒溝の深さ	839
2. 製造方法	828	2.3 被害の程度	839
3. 粉体特性	828	2.4 精選による表面研磨	839
4. 粒子表面の性状	829		

2.5 調質	839	4.1 金属酸化物処理	874
3. 小麦粉の表面	839	4.2 油脂/金属石鹼/脂肪酸処理	874
3.1 粒度	839	4.3 シリコン処理顔料	874
3.2 色	840	4.4 生体関連物質による処理	875
3.3 吸水率	840	12. 塗装	877
5. 乳化食品	841	1. 表面改質のための塗装例	877
1. 食品添加物としての界面活性剤	841	1.1 UVハードコート剤	877
2. 乳化食品と乳化剤の作用	842	1.2 消臭塗料	878
3. 起泡性乳化食品	843	1.3 UV系真空蒸着用塗料	879
4. その他の乳化食品	843	1.4 防火塗料	880
6. 食品の表面改質への食品添加物の応用	844	1.5 抗菌塗料	881
1. 食品添加物の種類	844	1.6 電気絶縁塗料	881
2. 表面改質と食品添加物	844	13. 塗工紙(コーテッドペーパー)	882
7. 油性食品の表面・界面改質による改善	847	1. 塗工紙の歴史	882
1. 液状油	847	2. 塗工紙の種類と生産量	882
2. 固形脂	848	3. 塗工紙の製法	882
8. 加工食品, その他	849	4. 塗工紙の品質	883
1. マイクロカプセル化食品	849	5. 用途・印刷との関連	884
2. イミテーション食品およびコピー食品	855	6. 技術的な課題	884
3. シート状食品および被覆食品	856	14. プラスチック	885
4. シクロデキストリンによる包接食品	858	1. 印刷方式とインキ	885
5. 精米および米穀加工品	859	2. インキ組成と乾燥硬化方式	885
6. 冷菓	861	3. グラビアインキのビヒクル樹脂と用途	886
7. 飲料	861	4. スクリーン印刷インキ	887
8. その他加工食品	861	5. インキの接着と内部のひずみ, 応力	888
9. 殺鼠剤・殺虫剤	863	15. 磁気印刷	889
1. 殺鼠剤	863	1. 磁気印刷とは	889
1.1 殺鼠剤の現状	863	2. 磁気カードの構成と材料	889
1.2 殺鼠剤のマイクロカプセル化	864	3. 磁気カードの製造法	891
1.3 今後の課題及び可能性	867	16. 感光性樹脂	893
2. 殺虫剤	867	1. 半導体用感光性樹脂	893
2.1 殺虫剤の現状	867	1.1 ゴム系ネガレジスト	893
2.2 殺虫剤のマイクロカプセル化	868	1.2 ナフトキノンジアジド/ノボラック型 ポジレジスト	893
10. 生薬	869	1.3 化学増幅レジスト	895
1. 生薬の基礎的事項と表面改質	869	2. 製版用感光性樹脂	895
2. 生薬の固体・粉体としての機能	871	2.1 凸版印刷	895
11. 化粧品	872	2.2 平版印刷	896
1. 化粧品に配合できる顔料	872	2.3 グラビア印刷	897
2. 化粧品における顔料の表面改質の目的	873	2.4 スクリーン印刷	897
3. 複合顔料	873	17. ハードコピー材料	898
3.1 色素-粘土鉱物複合顔料	873	1. 電子写真材料	898
3.2 無機顔料-樹脂複合顔料	873	2. 感熱記録材料	902
3.3 二酸化チタン-マイカ系パール剤	873	3. 記録紙	904
4. 表面処理顔料	874		

18. 磁気記録カーボンコート	906	6. インライン化	923
1. 磁気ディスク	906	7. フィルム貼り	923
2. 保護膜	906	8. EC加工	924
3. カーボン保護膜	907	9. 箔押し	924
4. 混合スパッタカーボン膜	907	10. エンボス	924
5. ダイヤモンドライクカーボン膜	907	23. 段ボール	925
19. 薄膜コーティング	909	1. 段ボールの現状	925
1. 概論	909	2. 段ボールの種類	925
2. 合成方法	910	3. 機能性段ボールの概要	925
3. ダイヤモンド膜の応用	912	4. 表面改質による機能性段ボール	925
3.1 硬度・耐摩耗性を利用した応用	912	5. 実用例	926
3.2 高音速を利用した応用	913	5.1 防滑段ボール	926
3.3 大きい禁止帯を利用した応用	913	5.2 シリコン加工段ボール	926
3.4 高い熱伝導を利用した応用	913	5.3 M/Rボード	926
3.5 化学的安定性を利用した応用	913	5.4 ミラクルDAN	927
3.6 ダイヤモンド状炭素膜	914	24. 食品用包装材料の表面改質	927
4. 基板の選択	914	1. PVDCコーティング	927
5. 今後	914	1.1 フィルム包装	927
20. 研磨フィルム	916	2. アルミニウム蒸着	929
1. 研磨フィルム種類	916	3. 無機物コーティング	929
1.1 研磨材	916	3.1 真空蒸着によるシリカコーティング	929
1.2 研磨フィルムに使用される樹脂	916	3.2 プラズマCVD	931
1.3 基材	917	4. 防曇性包材	931
2. 研磨フィルムの製造	917	25. プラスチックフィルム	933
3. 研磨フィルムの構造	917	1. 接着性の改良	933
4. 研磨作用	917	1.1 火炎処理	933
4.1 研磨フィルムの塗膜物性と研磨特性	917	1.2 コロナ放電処理	933
4.2 塗膜構造と研磨特性	918	1.3 その他の表面濡れ性改質処理	934
21. 包装材料の表面改質	920	1.4 アンカーコーティング処理	934
1. 包装材料の種類	920	1.5 ヒートシール性の改良	935
2. 表面改質法	920	2. 帯電性防止	935
2.1 コロナ放電処理	920	3. 滑り性の改良	935
2.2 火炎処理	921	26. 電子材料用包装材料	937
2.3 プラズマ処理	921	1. 電子材料の環境	937
2.4 コーティング処理	921	2. 電子材料用包装材料の要求点	937
2.5 アルカリ洗浄処理	921	3. 半導電性の加工	938
2.6 ラミネート処理	921	4. 電子材料用包装材料の例	939
2.7 化学薬品処理	921	27. アルミニウム箔	942
2.8 真空金属蒸着処理	921	1. 種類および特性	942
22. 紙容器	922	2. アルミニウム箔の表面改質	943
1. 概論	922	2.1 表面改質の方法	943
2. OPニス	922	2.2 表面改質と用途	944
3. ビニール引き	922	28. 金属容器	945
4. UVコート	922	1. 缶詰用空缶	945
5. プレス加工	922	1.1 3ピース溶接缶用材料の表面処理	947

1.2	3ピース接着缶用材料の表面処理	948	1.1	原料調合	974
1.3	スチール製2ピース缶の表面処理	949	1.2	成形及びグリーン加工	975
1.4	アルミニウム製2ピース缶の表面処理	950	1.3	焼成	977
1.5	天地蓋用材料の表面処理	951	1.4	加工及び組立	977
2.	18リットル缶	951	2.	ニューセラミックスの成形法実例	979
3.	ドラム缶	951	2.1	ドクターブレード(テープ成形)	979
4.	インパクト缶	951	2.2	インジェクション(射出)成形	979
5.	ビール用樽型容器	952	2.3	エクストルダ(押出)成形	980
6.	金属容器とその材料の表面処理の将来方向	952	3.	無機複合材料としてのセラミックス	980
29.	ガラスびん	954	34.	織 維	983
1.	デュアルコーティング	954	1.	羊毛製品の防縮加工	983
2.	化学強化	955	2.	ポリエステル繊維の濃色化	984
3.	ブルーム処理	955	3.	光沢性の付与	985
4.	フロスト処理	957	4.	制電加工	985
5.	プラスチックコーティング	957	35.	自動車用材料	987
30.	医用材料	959	1.	自動車用素材	987
1.	人工心臓・人工弁	959	2.	鉄鋼材料	987
2.	人工血管	959	2.1	防錆鋼板	987
3.	人工腎臓	960	2.2	高張力鋼板	990
4.	人工肝臓	961	3.	自動車メーカーでの表面処理	990
5.	人工膀胱	961	36.	自動車用材料(内装)	992
6.	人工皮膚	962	1.	内装部品とその材料	992
7.	人工骨・人工関節	962	2.	内装部品の加飾種類	993
8.	人工角膜・人工水晶体	962	3.	成形素材の塗装について	993
31.	歯科における表面改質技術	964	3.1	塗装の目的	993
1.	歯科材料の表面改質	964	3.2	工程例の紹介	993
1.1	レジンの表面滑沢硬化材	964	3.3	内装部品塗装の品質特性	993
1.2	歯科用コンポジットレジンのフィラーの表面処理	965	3.4	塗装の種類とその特徴	994
1.3	硬質レジン前装冠の合金表面処理	966	4.	今後の課題	994
1.4	貴金属表面の改質	966	37.	空調機用熱交換品・生産環境清浄化のための表面改質	995
1.5	陶材焼付用合金の表面改質	966	1.	空調機用熱交換器の表面改質	995
1.6	チタンを用いたインプラント材料の表面改質	967	1.1	有機-無機複合体樹脂の特徴	995
2.	歯質の表面処理	967	1.2	表面改質材の塗膜性能	996
2.1	エナメル質エッチング	967	2.	生産環境清浄化のための表面改質	996
2.2	象牙質の処理	967	2.1	静電気障害	996
32.	複合材料	969	2.2	電話交換室の実施例	998
1.	合体系と生成系の基礎概念	969	38.	構 造 物	999
2.	傾斜型複合構造のモデル	970	1.	陸上鋼構造物	999
3.	複合材料の設計	971	2.	海洋鋼構造物	1001
33.	セラミックス(無機複合材料)	973	39.	耐食(自動車関連)	1003
1.	セラミックスの製造工程	973	1.	自動車の錆	1003
			2.	防錆工法	1004
			2.1	自動車の塗装工程	1004
			2.2	電着塗装(下塗り)	1005

2.3 中塗り塗料 (耐チップ塗料) ……………	1005	2. テニスラケット……………	1019
3. 端面防食へのアプローチ……………	1006	3. ゴルフボール……………	1020
40. ガラス容器材料 (医療用ビン類) ……………	1008	43. 文房具……………	1022
1. ガラス容器の内表面処理……………	1008	1. 鉛筆芯・シャープペンシル芯……………	1023
2. 加熱蒸発気相法によるガラス容器 内面の表面改質……………	1008	2. 消しゴム……………	1024
41. ガラス材料全般……………	1011	3. 修正液……………	1024
1. ガラスの機械的特性制御のための 表面処理……………	1011	4. 筆記具用顔料インキ……………	1025
2. ガラスの電気的特性制御のための 表面処理……………	1012	5. ペン先のハードコーティング……………	1026
3. ガラスの光学的特性制御のための 表面処理……………	1015	6. ジャバラの表面処理……………	1027
4. ガラスの化学的特性制御のための 表面処理……………	1016	44. ワックスによる表面改質……………	1029
42. スポーツ用品……………	1018	1. 表面改質用ワックス……………	1029
1. 釣竿……………	1018	2. ビニル系樹脂の空気硬化性の付与……………	1029
		3. 塗膜の表面特性の改質……………	1031
		4. 印刷表面の改質……………	1035
		5. 水性系ビヒクルの改質……………	1035
		6. PTFEのリサイクル……………	1036

第6編 物性特性表

1. 結合・解離エネルギー……………	1039	9. 分子引力定数 $[(\text{cal}/\text{ml})^{1/2}/\text{mol}]$ ……………	1044
2. 周期率, 原子量および電気陰性度表……………	1040	10. 圧力単位の換算表……………	1045
3. 炭素に結合している基の電気陰性度……………	1041	11. プラスチックの表面特性……………	1045
4. 結合モーメント [D] ……………	1041	12. 各種樹脂の三次元溶解性パラメータ……………	1046
5. グループモーメント [D (Debye)] ……………	1041	13. エネルギー単位の換算表……………	1046
6. 摩耗量比較 (テーバー試験) ……………	1042	14. 主要溶剤の性状……………	1047
7. 帯電序列……………	1042	15. よく使われる蒸着物質の蒸発源……………	1062
8. 分子容と蒸発エネルギー……………	1043		

