



目 次

はじめに.....御園生 誠... i

I 総 論

I 総 論	林 主税... 1
1 歴史的経過	3
2 最近の話題	6
2.1 超微粒子の電子顕微鏡写真.....	6
2.2 超微粒子の気流による輸送と衝突付	
着.....	8
2.3 固体表面に配列される超微粒子.....	10
2.4 生物学応用例.....	10
文 献	11

II 超微粒子の製造法

1 化学的方法	加藤昭夫...13
1 粒子生成の理論	13
1.1 蒸気からの液滴核の均一生成.....	13
1.2 蒸気からの結晶核の均一生成.....	14
1.3 液相からの結晶核の均一生成.....	14
1.4 不均一核生成.....	15
1.5 結晶成長.....	15
2 気相からの粒子生成法	15
2.1 気相法とその特徴.....	15
2.2 粒子生成の条件.....	16
2.3 粒子の大きさの制御.....	16
2.4 気相反応法.....	18
反応法—電気炉法 18 / 化学炎法	
19 / プラズマ法 19 / レーザー	
法 20	
気相反応法による微粒子の合成例—	
酸化物 20	
超微粒子の合成例—窒化物および炭	
化物 22	
3 液相からの粒子生成法	24
3.1 沈殿法.....	24
共沈法 25 / 加水分解法 25 /	
均一沈殿法 25 / 酸化加水分解法	
25 / 還元法 26	
3.2 溶媒蒸発法.....	26
凍結乾燥法 26 / 噴霧乾燥法 26	
/ 噴霧熱分解法 26	
文 献	27
2 物理的方法	明石和夫...29
1 装置と方法	29
1.1 抵抗加熱法.....	30
1.2 プラズマ加熱法.....	31
溶融プール蒸発法 31 / 粉末蒸発	
法 32 / 活性プラズマアーク蒸発	
法 35	

1.3 高周波誘導加熱法	36	2.1 ガス中蒸発法における超微粒子の生成過程	38
1.4 電子ビーム加熱法	36	2.2 プラズマ蒸発法に関する諸考察	40
1.5 レーザービーム加熱法	37	3 物理的超微粒子生成法に関連した今後の問題	44
1.6 スパッタリング法	37	文献	44
1.7 その他の方法	38		
2 蒸発・凝集による超微粒子生成に関する基礎的諸問題	38		

III 超微粒子の物性とキャラクタリゼーション

1 超微粒子の物理化学的性質	河本邦仁	47
1 超微粒子の表面と格子振動	47	2.2 溶液中での粒子の分散, 凝集
1.1 融解現象	47	酸化物粒子の表面電荷と電気 2 重層
1.2 デバイ温度	49	54 / 電気 2 重層の相互作用と凝集
1.3 比熱容量	50	55
2 微粒子の分散と凝集の基礎	51	文献
2.1 気体中での粒子の凝集	52	56
2 電氣的・磁氣的性質	田崎 明	57
1 超微粒子とはどんなものか	57	3 実用材料の基礎
2 超微粒子の物性	58	文献
3 集合体としての特性——粒子径測定法と超微粒子分散系の 2, 3 の性質	向阪保雄, 定方正毅	65
1 粒子径測定法	65	3 複雑な系における性質——燃焼プロセスにおける超微粒子の生成と挙動
2 超微粒子分散系における粒子の凝集と壁面沈着	69	3.1 予混合火炎におけるすすの挙動
2.1 粒子の凝集現象	70	3.2 拡散火炎におけるすすの生成と挙動
2.2 粒子の壁面沈着現象	71	文献
4 キャラクタリゼーションの手法	荒井弘通, 江口浩	81
1 超微粒子の電子顕微鏡観察	81	5 超微粒子の組成分析
2 超微粒子の構造解析	83	6 超微粒子金属の電子状態の解析
3 超微粒子の粒子径の測定	85	文献
4 超微粒子の格子振動	86	90

IV 超微粒子の工学的諸問題

1 超微粒子取扱いの単位操作	神保元二	93
1 単位操作の立場からの超微粒子		93
2 1次粒子と2次粒子		94
3 粉碎による超微粒子生産の可能性		96
3.1 連続粉碎における粉碎限界粒径		96
3.2 回分粉碎における限界粒度		97
3.3 粉碎限界を決定する因子とその克服		98
3.4 粉碎に伴う固体構造の変化——メカ ノケミストリー		100
4 分級		103
5 その他の機械的単位操作		106
文 献		106
2 超微粒子製造の反応工学	小宮山 宏	109
1 超微粒子の気相合成における素過程		109
化学反応 110 / 初期粒子の発生 110 / 粒子の成長 111 / 凝集 112		
2 核発生・成長機構		112
3 凝集支配機構		114
4 一般的な場合		116
文 献		120
3 超微粒子の輸送と捕集	江見 準, 金岡千嘉男	121
1 場における粒子の移動速度		121
ブラウン運動 121 / 慣性運動 122 / 重力場での運動 122 / 遠心力場 での運動 122 / 静電場での運動 122 / 温度勾配場での運動 123		
2 微粒子の各種形状壁への沈着		124
3 捕集された粒子の堆積構造と再飛散		126
4 高濃度気流中の粒子の凝集による性 状変化		127
5 サブミクロン粒子の分級		128
5.1 バーチュアルインパクト		129
5.2 微分型電気移動度解析装置		131
文 献		133
4 超微粒子の加工プロセス	賀集誠一郎	135
1 超微粉の徐酸化処理		135
2 超微粉のみを用いた加工法		136
2.1 超微粉(徐酸化済み)のプレス加工 圧粉体		136
2.2 超微粒子膜の形成		136
3 超微粉に他の物質を組合せた加工法		138
3.1 超微粉の高分子バインダーとの混合 ペースト		138
3.2 超微粉と粉体との混合		139
3.3 超微粉の表面のコーティング		139
4 超微粉を用いたスプレー加工法		139
4.1 スプレー法による超微粉膜の作製		139
4.2 固化 CO ₂ 微細粒子のスプレーによ るフォトレジスト膜の削除		140
文 献		141

V 超微粒子の製造と応用——ケーススタディー

1 電子材料	武田義章	143
1 電子回路素子・材料		144
2 集積化実装材料		146
3 最近の微粒子利用.....		149
文献		150
2 磁性材料	田崎 明	153
1 磁性材料の基礎.....		153
2 最近の材料		155
3 磁気記録材料.....	北本達治	159
1 磁気記録		159
2 磁気記録と超微粒子		160
3 超微粒子磁性体の製法		161
ゲーサイト法による超微粒子磁性体		
4 磁気テープの製造工程と超微粒子磁		162
性体		163
文献		165
4 光学材料	須佐憲三	167
1 ゼル・ゲルプロセスの概要		167
2 ゲル作製条件とドライゲルの性状...		168
3 焼結プロセス		169
有機物除去処理 169 / 水酸基除去処		
理 170 / 塩素除去処理 171 / 無		
孔化処理 171		
4 光ファイバー化と損失評価		172
文献		172
5 焼結材料		
5.1 高純度アルミナ	浜 正明, 梅崎 博	173
1 高純度アルミナの製造法		173
1.1 アンモニウム明ばんの熱分解法.....		173
1.2 有機金属の加水分解法.....		173
1.3 エチレンクロロヒドリン法.....		174
1.4 アルミニウムの水中火花放電法.....		174
1.5 アンモニウムアルミニウム炭酸塩熱		
分解法.....		174
1.6 改良バイヤー法.....		175
1.7 気相酸化法.....		175
2 透光性アルミナ焼結体		176
文献		178
5.2 窒化ケイ素	三友 護	179
1 原料粉末として要求される特性		179
1.1 不純物.....		179
非金属不純物 179 / 金属不純物		
180 / プロセス中の不純物混入		
180		
1.2 粒度と粒度分布.....		181
1.3 2次粒子.....		181
1.4 粒子の形.....		182
1.5 結晶型.....		182
2 窒化ケイ素粉末の合成法とその特徴		182
.....		182
2.1 ケイ素の窒化法.....		182
2.2 シリカの還元・窒化法.....		182
2.3 気相反応法.....		183

2.4 液相反応・熱分解法	183	文献	184
3 応用	183		
5.3 ジルコニア		小林啓佑	185
1 超微粒子開発の背景	185	塩水溶液 188 / アルコキシド 188	
2 超微粒子原料の製造法	187	3 TZPセラミックス用原料粉末の調製	189
2.1 共沈法	187		
2.2 加水分解法	188	文献	191
6 触媒材料			
6.1 金属超微粒子触媒		斉藤泰和	193
1 金属超微粒子触媒の特徴	193	文献	195
2 金属超微粒子の触媒作用	194		
6.2 担持金属触媒		奥原敏夫	197
1 担持超微粒子の調製法	197	文献	200
2 超微粒子の触媒特性	197		
7 ガスセンサー		宮山 勝	203
1 半導体ガスセンサーの分類	203	2.2 薄膜センサー	206
2 表面制御型センサー	204	3 バルク制御型センサー	208
2.1 多孔質焼結体, 厚膜焼結体センサー	205	4 超微粒子化による特性変化	210
		文献	210