
目次

第 1 章 導入	1
第 2 章 真空と気体分子運動論	7
2.1 はじめに	7
2.2 真空と状態方程式	7
2.2.1 真空とは	7
2.2.2 理想気体と気体の性質	9
2.3 気体の圧力と内部エネルギー	10
2.3.1 圧力と分子速度	10
2.3.2 気体の内部エネルギー	12
2.4 全圧と分圧	14
2.5 気体分子速度の分布則	15
2.5.1 マックスウェル-ボルツマン分布	15
2.5.2 単位面積を通過する分子数	19
2.5.3 余弦則	22
2.6 平均自由行程と衝突確率	24
2.6.1 平均自由行程	24
2.6.2 衝突確率	26
2.6.3 混合気体の平均自由行程	28
2.7 真空中での気体の流れ	29
2.7.1 粘性流と分子流	29
2.7.2 コンダクタンス	30
2.7.3 排気量と排気速度	32

2.7.4	気体の添加と圧力制御・平均滞留時間	33
2.8	真空装置	34
2.8.1	真空容器と配管	34
2.8.2	真空ポンプ	35
第3章	プラズマの基礎	45
3.1	はじめに	45
3.2	プラズマとは	46
3.2.1	プラズマ中での粒子の状態	46
3.2.2	電磁界中での荷電粒子の運動	50
3.3	電子と気体分子との衝突過程	53
3.3.1	弾性衝突と非弾性衝突	53
3.3.2	衝突過程	56
3.3.3	衝突断面積	59
3.4	物体と接するプラズマの構造	60
3.5	プラズマ装置とプラズマ内部の現象	64
3.5.1	直流プラズマ	64
3.5.2	高周波プラズマ	69
3.5.3	微細加工用の新しいプラズマ	73
第4章	物理蒸着法 (PVD)	77
4.1	はじめに	77
4.2	真空蒸着法	77
4.2.1	蒸発と蒸着	77
4.2.2	真空蒸着源とさまざまな蒸着法	87
4.2.3	真空蒸着法の特徴	90
4.3	スパッタリング法	91
4.3.1	スパッタリング法とは	91
4.3.2	スパッタリング法による堆積過程	92
4.3.3	スパッタリング堆積装置	100
4.3.4	その他のスパッタ堆積法	101

第 5 章 薄膜の形成過程	107
5.1 はじめに	107
5.2 薄膜の成長とその表面	107
5.2.1 原子の堆積と膜の形態	107
5.2.2 薄膜の表面	110
5.3 核発生	112
5.3.1 平衡論による取り扱い	112
5.3.2 核発生の速度論	117
5.4 薄膜組織の発達	121
5.4.1 島の成長と合体	121
5.4.2 多結晶薄膜組織の発達	123
5.4.3 エピタキシャル成長	125
第 6 章 エッチング	131
6.1 はじめに	131
6.2 エッチング加工の分類	131
6.3 ウェットエッチング	135
6.3.1 等方性エッチング	135
6.3.2 異方性エッチング	137
6.4 物理的ドライエッチング	139
6.5 化学的ドライエッチング	141
6.5.1 熱反応性化学エッチング	142
6.5.2 プラズマエッチング	142
6.5.3 光化学エッチングとチャージアップ	148
6.6 物理+化学的ドライエッチング	148
6.6.1 反応性イオンエッチング (RIE)	149
6.6.2 その他のイオンアシストエッチング法	152
第 7 章 フォトリソグラフィ	157
7.1 はじめに	157
7.2 フォトリソグラフィの概要	158
7.3 フォトレジスト工程	161

7.3.1	フォトレジスト材料	161
7.3.2	塗布工程	162
7.4	フォトマスク	164
7.4.1	フォトマスク材料	164
7.4.2	フォトマスクパターンの設計	165
7.5	露光	166
7.5.1	露光装置	166
7.5.2	光源	173
付録 A 基礎定数表と真空の単位		177
付録 B 材料の科学についてのノート		179
B.1	原子の構造と化学結合	179
B.2	結晶形と結晶方位	182
B.2.1	結晶構造	182
B.2.2	ミラー指数	183
B.2.3	ミラー指数の数学的意味	185
B.2.4	結晶の自形	185
B.3	拡散	187
B.3.1	拡散現象	187
B.3.2	流束と Fick の法則	189
B.4	平衡	190
B.4.1	平衡とは	190
B.4.2	原子の熱運動と熱活性化過程	190
B.4.3	化学平衡	193
B.4.4	自由エネルギー	194
B.5	反応速度論	195
付録 C 分布関数とマックスウェル-ボルツマン分布		199
C.1	分布関数の性質	199
C.2	マックスウェル-ボルツマン分布	201

付録 D 対数目盛と対数グラフ	207
D.1 片対数グラフ	208
D.2 両対数グラフ	209
D.3 方眼紙で対数グラフはつくれるか?	209
参考文献	213
索引	219