

目 次

まえがき	i
1 はじめに	1
2 散 乱	5
2.1 イオン	5
2.2 散 乱	7
2.2.1 散乱	7
2.2.2 原子間ポテンシャル	9
2.2.3 散乱断面積	15
2.2.4 シャドー・コーン	19
2.3 ウェイク	21
2.3.1 ウェイクの理論的研究	22
2.3.2 ウェイクの実験的研究	24
参考文献	29
3 イオンのエネルギー損失	31
3.1 核的阻止能	33
3.2 電子的阻止能	36
3.2.1 フィルソフの公式	36
3.2.2 LSS 公式	38
3.2.3 ベーテの公式	40
3.2.4 プラッグの加法則	42
3.2.5 非点電荷イオンに対するベーテの公式	42

3.3	自由電子ガスの誘電関数と阻止能	45
3.3.1	自由電子ガスモデルと r_s 値	46
3.3.2	動的誘電率	48
3.3.3	総和則	51
3.3.4	リントハルトの誘電関数	53
3.3.5	プラズマ振動	54
3.3.6	クラマース-クロニツヒの関係式	56
3.3.7	誘電関数法による阻止能公式	57
3.4	分子イオン, クラスタイオンのエネルギー損失	59
3.5	阻止能における Z_1 振動	66
3.6	局所電子密度モデルと Z_2 振動	68
3.7	ベーテ-プロッホの公式と補正項	71
3.7.1	平均励起エネルギー	72
3.7.2	相対論的補正項	73
3.7.3	内殻補正項	74
3.7.4	Z_1^3 補正項	77
3.7.5	プロッホ補正項	79
3.7.6	密度効果の補正項	80
3.8	有効電荷と平均電荷	80
3.9	阻止能の測定法	82
3.9.1	透過型測定法	83
3.9.2	反射型測定法	83
3.9.3	特殊な測定法	86
3.10	エネルギー・ストラグリング	89
3.10.1	ボーアの公式	89
3.10.2	リビングストン-ベーテの公式	90
3.10.3	ボンダラップ-バルブランドの公式	90
3.10.4	エネルギー損失の分布関数	91
参考文献		93

4	チャネリング	97
4.1	チャネリングとブロッキング	97
4.2	臨界角と最小収量	104
4.2.1	臨界角	104
4.2.2	最小収量	107
4.2.3	チャネリングディップ曲線	108
4.3	純チャネリング	111
4.3.1	軸純チャネリング	111
4.3.2	結晶チャネル中のイオンの分布とフラックスピーキング	115
4.4	チャネリングにおける阻止能	116
4.5	ディチャネリング	118
4.6	ラザフォード後方散乱法	122
4.6.1	ディチャネリングの解析	124
4.6.2	フラックスピーキングの観測	126
4.6.3	二重整列(チャネリング・ブロッキング整列)	127
4.7	表面チャネリング	129
4.8	湾曲結晶によるチャネリング効果	131
4.9	原子核寿命の測定	132
4.9.1	ブロッキング法	133
4.9.2	ブロッキング・ドップラー・シフト法	135
4.10	回折現象とチャネリング, 電子・陽電子のチャネリング	136
4.10.1	電子・陽電子のチャネリング現象	136
4.10.2	チャネリングと回折現象	140
4.11	干渉性共鳴励起(オコロコフ効果)	143
参考文献		148

5 励起, 電離	151
5.1 イオン・原子の2体衝突	151
5.1.1 基礎概念	151
5.1.2 速い衝突(原子基底)と遅い衝突(分子基底)	156
5.1.3 電離過程	158
5.1.4 電荷移動過程	160
5.1.5 励起過程	165
5.1.6 分子軌道 X 線, 分子軌道陽電子発生	166
5.2 イオン・固体衝突	167
5.2.1 基礎概念	167
5.2.2 平衡電荷	170
5.2.3 非平衡電荷	174
5.2.4 近接衝突の電荷交換	182
5.2.5 密度効果	184
参考文献	189
6 表面散乱	193
6.1 反射散乱イオン	193
6.1.1 表面チャネリング	194
6.1.2 表面ウェイクポテンシャル	199
6.2 反射イオンのエネルギー損失	205
6.2.1 表面の阻止能	205
6.2.2 鏡面散乱イオンのエネルギー損失	207
6.3 荷電変換	210
6.3.1 低速イオン($v < v_b$)中性化過程	211
6.3.2 鏡面面反射イオンの荷電分布	213
6.4 2次電子放出	216
6.4.1 低エネルギー2次電子	217
6.4.2 オージェ電子	227

6.4.3 ロスエレクトロン	228
6.4.4 コンボイ電子	229
参考文献	234
7 スパッタリング	239
7.1 単原子固体のスパッタリング	240
7.1.1 衝突カスケード内における反跳原子密度と損傷分布関数	242
7.1.2 シグムンドの線形理論	247
7.1.3 微分スパッタリング収量	253
7.1.4 低エネルギースパッタリング	256
7.1.5 スパッタリングのしきい値	258
7.1.6 軽イオンスパッタリング	262
7.1.7 スパッタリング収量	266
7.1.8 スパッター原子の角度分布	275
7.1.9 スパッター原子のエネルギー分布	285
7.2 合金・化合物のスパッタリング	291
7.2.1 酸化物	291
7.2.2 合金	293
7.2.3 選択スパッタリング	295
参考文献	304
8 照射効果	307
8.1 照射損傷	307
8.1.1 イオンビームによる照射損傷	307
8.1.2 放射線による欠陥の生成の基本的考え方	308
8.1.3 重荷電粒子による1次はじき出し過程	311
8.1.4 相対論的電子および陽電子による1次はじき出し	313
8.1.5 中性子による1次はじき出し	314

8.1.6	はじき出し損傷関数に関するキンチン-ピース模型	315
8.1.7	リントハルト-ニールセン-シャルフ-トムセンの理論	
	317	
8.1.8	損傷関数における NRT モデル	318
8.1.9	カスケード損傷に関する最近の知見	322
8.1.10	イオン照射損傷の応用	333
8.2	電子励起効果	335
8.2.1	電子励起現象	336
8.2.2	電子励起エネルギーの格子エネルギーへの変換	338
8.2.3	電子励起による欠陥生成	344
8.2.4	電子励起によるスパッタリング	348
8.2.5	まとめ	351
参考文献		352
索引		357