

# もくじ

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 序章  | プラズマを学ぶ前に        | 1  |
| 0.1 | 自然界のプラズマ現象       | 1  |
| 0.2 | 近世におけるプラズマの研究と利用 | 2  |
| 0.3 | プラズマとは           | 3  |
| 0.4 | 現代のプラズマの応用例      | 4  |
| 0.5 | 本書の構成            | 8  |
| 第1章 | 放電プラズマ工学の基礎事項    | 9  |
| 1.1 | ベクトル公式           | 9  |
| 1.2 | 微分と積分            | 12 |
| 1.3 | 電磁気学             | 17 |
| 1.4 | 特殊関数             | 20 |
| 1.5 | 次元と単位系           | 23 |
|     | 演習問題 1           | 26 |
|     | 補足 勾配, 発散, 回転の式  | 27 |
| 第2章 | 電離気体中の衝突現象       | 28 |
| 2.1 | 速度分布関数           | 28 |
| 2.2 | 衝突過程             | 36 |
| 2.3 | 原子の電子状態と分光記号     | 45 |
| 2.4 | 分子衝突             | 50 |
| 2.5 | 速度分布に関する平均       | 54 |
| 2.6 | クーロン衝突           | 55 |
|     | 演習問題 2           | 57 |

|     |                |     |
|-----|----------------|-----|
| 第3章 | 放電の開始と定常状態     | 58  |
| 3.1 | 直流放電           | 58  |
| 3.2 | 高周波・マイクロ波放電    | 70  |
|     | 演習問題 3         | 75  |
| 第4章 | 放電用高電圧の発生と計測   | 76  |
| 4.1 | 直流高電圧          | 76  |
| 4.2 | パルス電圧          | 78  |
| 4.3 | 高周波高電圧         | 85  |
| 4.4 | 大電力マイクロ波       | 86  |
| 4.5 | 高電圧・大電力の計測     | 89  |
|     | 演習問題 4         | 98  |
| 第5章 | プラズマの性質        | 99  |
| 5.1 | プラズマの定義        | 99  |
| 5.2 | 流体方程式          | 102 |
| 5.3 | 輸送係数           | 105 |
| 5.4 | デバイ遮へい         | 107 |
| 5.5 | プラズマの密度, 温度    | 110 |
| 5.6 | シース            | 115 |
|     | 演習問題 5         | 120 |
| 第6章 | プラズマ中の振動と波動    | 121 |
| 6.1 | プラズマ振動         | 121 |
| 6.2 | プラズマの比誘電率      | 123 |
| 6.3 | プラズマ中の電磁波      | 124 |
| 6.4 | 外部磁場の方向に伝わる電磁波 | 128 |
| 6.5 | 体積波と表面波        | 132 |
|     | 演習問題 6         | 136 |

**第7章 プラズマの生成と測定** ..... 137

- 7.1 直流放電によるプラズマ生成 137
- 7.2 高周波放電によるプラズマ生成 138
- 7.3 マイクロ波放電によるプラズマ生成 150
- 7.4 粒子バランスとパワーバランス 161
- 7.5 プローブ測定 163
- 7.6 分光測定 166
- 7.7 電磁波干渉計測 171
- 7.8 質量分析 173
- 演習問題 7 175

**第8章 放電プラズマの応用** ..... 177

- 8.1 プラズマ TV—プラズマディスプレイパネル 177
- 8.2 ガスレーザー 180
- 8.3 プラズマによるシリコン膜の微細加工 184
- 演習問題 8 191

引用・参考文献 ..... 192

演習問題解答 ..... 193

さくいん ..... 210