

# 目次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第1章 電気機器学序説</b>               |    |
| <b>1.1 電磁誘導</b>                  | 1  |
| 1.1.1 電流の作る磁界                    | 1  |
| 1.1.2 磁気回路の計算                    | 3  |
| 1.1.3 フレミングの法則                   | 5  |
| 1.1.4 電力と動力の転換                   | 6  |
| <b>1.2 交流電圧の発生と単相, 三相交流電力の違い</b> | 7  |
| 1.2.1 単相交流発電機                    | 7  |
| 1.2.2 三相交流発電機(同期発電機)             | 8  |
| 1.2.3 直流電力と交流電力                  | 10 |
| <b>1.3 同期機と直流機の等価性</b>           | 12 |
| 1.3.1 交流電圧から直流電圧へ                | 12 |
| 1.3.2 発電機と電動機の等価性                | 13 |
| 1.3.3 回転電機子形同期機と直流機の等価性          | 13 |
| 1.3.4 回転子の磁束と固定子の磁束の同期性          | 15 |
| <b>1.4 変圧器と誘導機は電力の流れが同一</b>      | 18 |
| 1.4.1 変圧器の原理                     | 18 |
| 1.4.2 変圧器と誘導電動機の等価性              | 19 |
| <b>1.5 直流機に等価なトルク特性をもつ交流機の実現</b> | 22 |
| 1.5.1 同期電動機方式                    | 22 |
| 1.5.2 誘導電動機方式                    | 24 |
| <b>第2章 直 流 機</b>                 |    |
| <b>2.1 直流機の構造</b>                | 27 |
| 2.1.1 界 磁                        | 28 |
| 2.1.2 電 機 子                      | 30 |
| 2.1.3 整 流 子                      | 34 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.1.4 プラシ              | 35 |
| 2.1.5 軸と軸受             | 36 |
| <b>2.2 直流機の原理</b>      | 36 |
| 2.2.1 誘導起電力            | 38 |
| 2.2.2 トルク              | 39 |
| 2.2.3 直流電動機の回転速度       | 41 |
| 2.2.4 電機子反作用           | 42 |
| 2.2.5 整 流              | 45 |
| <b>2.3 直流機の種類と特性</b>   | 49 |
| 2.3.1 直流機の種類           | 49 |
| 2.3.2 直流発電機の特 性        | 50 |
| 2.3.3 直流電動機の特 性        | 57 |
| 2.3.4 直流機の運 転          | 62 |
| <b>2.4 直流機の損失および効率</b> | 67 |
| 2.4.1 損 失              | 67 |
| 2.4.2 効 率              | 71 |

## 第3章 同 期 機

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>3.1 誘導起電力</b>           | 73 |
| 3.1.1 誘導起電力                | 73 |
| 3.1.2 正弦波電圧の発生             | 76 |
| 3.1.3 電機子巻線の接続法            | 79 |
| <b>3.2 回転子の構造</b>          | 80 |
| 3.2.1 突極形と円筒形              | 80 |
| 3.2.2 電機子反作用と漏れ磁束の数学的な表現方法 | 82 |
| <b>3.3 同期発電機の特 性</b>       | 89 |
| 3.3.1 無負荷飽和曲線と三相短絡曲線       | 89 |
| 3.3.2 電圧変動率                | 92 |
| 3.3.3 代表的な励磁方式             | 94 |
| 3.3.4 並行運 転                | 96 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 3.4 同期電動機の原理と特性 | 98  |
| 3.4.1 同期電動機の原理  | 98  |
| 3.4.2 V 曲線      | 100 |
| 3.4.3 入力特性と出力特性 | 102 |

## 第4章 変 圧 器

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 4.1 実際の変圧器                | 105 |
| 4.1.1 理想変圧器と実際の変圧器との違い    | 105 |
| 4.1.2 ベクトル図               | 109 |
| 4.2 等価回路                  | 110 |
| 4.2.1 二次回路を一次回路に換算した等価回路  | 110 |
| 4.2.2 簡易等価回路              | 112 |
| 4.2.3 一次回路を二次側へ換算した等価回路   | 113 |
| 4.3 変圧器の特性                | 114 |
| 4.3.1 百分率抵抗降下と百分率リアクタンス降下 | 114 |
| 4.3.2 電圧変動率               | 115 |
| 4.3.3 各種の損失               | 117 |
| 4.4 構 造                   | 118 |
| 4.4.1 内鉄形と外鉄形             | 118 |
| 4.4.2 絶 縁                 | 119 |
| 4.4.3 冷却方式                | 121 |
| 4.5 三相変圧器                 | 122 |
| 4.5.1 単相変圧器を用いた三相接続法      | 122 |
| 4.5.2 三相変圧器               | 126 |

## 第5章 誘 導 機

|                |     |
|----------------|-----|
| 5.1 三相誘導電動機の構造 | 129 |
| 5.1.1 固定子      | 130 |
| 5.1.2 回転子      | 132 |
| 5.2 三相誘導電動機の理論 | 134 |
| 5.2.1 回転磁界     | 134 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 5.2.2 変圧器との等価性       | 134 |
| 5.2.3 滑 り            | 136 |
| 5.2.4 誘導起電力および電流     | 137 |
| 5.2.5 トルクの発生         | 140 |
| 5.2.6 誘導電動機の等価回路     | 142 |
| 5.2.7 ベクトル図          | 145 |
| 5.2.8 電力の変換          | 146 |
| 5.2.9 損失および効率        | 150 |
| 5.2.10 温度上昇と定格       | 152 |
| 5.3 三相誘導電動機の特性       | 152 |
| 5.3.1 速度特性           | 153 |
| 5.3.2 出力特性           | 155 |
| 5.3.3 比例推移           | 156 |
| 5.4 三相誘導電動機の運転       | 158 |
| 5.4.1 三相誘導電動機の始動     | 158 |
| 5.4.2 運転の安定および不安定    | 163 |
| 5.4.3 速度制御           | 164 |
| 5.5 単相誘導電動機          | 168 |
| 5.5.1 単相誘導電動機の原理     | 168 |
| 5.5.2 トルクに対する二次抵抗の影響 | 169 |
| 5.5.3 始動装置による分類      | 170 |

## 第6章 半導体電力変換器

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 6.1 電力用半導体デバイス         | 173 |
| 6.1.1 電力の変換と半導体デバイス    | 173 |
| 6.1.2 代表的な電力用半導体デバイス   | 176 |
| 6.2 順変換器(整流回路)の基礎      | 182 |
| 6.2.1 代表的な整流回路         | 183 |
| 6.2.2 整流回路における $L$ の作用 | 186 |
| 6.2.3 サイリスタの基本回路       | 189 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>6.3 直流-直流変換器(チョップ回路)</b> ..... | 193 |
| 6.3.1 降圧チョップと昇圧チョップ .....         | 194 |
| 6.3.2 直流チョップの応用回路 .....           | 196 |
| <b>6.4 逆変換器(インバータ)</b> .....      | 198 |
| 6.4.1 電圧形インバータの回路と基本動作 .....      | 199 |
| 6.4.2 電圧形インバータの PWM 制御法 .....     | 200 |
| 6.4.3 電圧形 PWM インバータの特性改善法 .....   | 203 |

## 第 7 章 交流電動機のインバータ制御法

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>7.1 交流電動機の電圧方程式</b> .....    | 211 |
| 7.1.1 ギャップの磁束分布を正弦波にするには .....  | 212 |
| 7.1.2 回転磁界について .....            | 215 |
| 7.1.3 巻線のインダクタンスと発生トルク .....    | 216 |
| 7.1.4 三相-二相変換と二相機の電圧方程式 .....   | 219 |
| 7.1.5 $dq$ 座標上の同期機の方程式 .....    | 222 |
| <b>7.2 同期電動機のインバータ制御法</b> ..... | 224 |
| 7.2.1 無整流子電動機 .....             | 224 |
| 7.2.2 DC ブラシレスモータ .....         | 226 |
| <b>7.3 誘導電動機のインバータ制御法</b> ..... | 229 |
| 7.3.1 誘導機の電圧方程式と発生トルク .....     | 229 |
| 7.3.2 誘導機のベクトル制御法 .....         | 231 |
| 7.3.3 誘導機の一次磁束制御法 .....         | 233 |
| <b>索 引</b> .....                | 237 |