



# 電気機器工学 II

## 目 次

### 第 5 章 同 期 機

5.1 同期機の原理	1
5.2 構造	2
5.2.1 概 説	2
5.2.2 突極機	3
電機子—界磁—横軸形と立て軸形—エンジン発電機	
5.2.3 非突極機	4
構造—水素冷却	
5.3 誘導起電力	7
5.4 電機子巻線の種類	9
5.4.1 重ね巻, 波巻, 鎖巻	9
5.4.2 単層巻, 二層巻	10
5.4.3 集中巻, 分布巻および全節巻, 短節巻	10
5.4.4 単相巻, 多相巻	10
5.4.5 整数みぞ巻と不整数みぞ巻	11
5.5 電機子反作用	11
5.5.1 非突極機の場合	11
電機子電流 $I$ が無負荷誘導起電力 $E_0$ と同相の場合—電機子電流 $I$ が $E_0$ より $\pi/2$ 遅れている場合—電機子電流 $I$ が $E_0$ より $\pi/2$ 進んでいる場合—ベクトル図—同期インピーダンス, 同期リアクタンス	
5.5.2 突極機の場合	14
ブロンデル二反作用理論—ベクトル図—直軸, 横軸同期リアクタンス	
5.5.3 電動機の場合	17
5.6 電圧変動率, 界磁電流の算定	17
5.6.1 電圧変動率	17
5.6.2 特性曲線	18
無負荷飽和曲線—短絡曲線—負荷飽和曲線—外部特性曲線—ポーシェ三角形	
5.6.3 電圧変動率の算定	21
起電方法—起磁力法—起磁力法の補正	
5.6.4 短絡比	24

5.6.5	進相負荷による自己励磁現象	25
	自己励磁現象—充電特性曲線の作図法—平衡進相負荷における安定運転条件	
5.6.6	励磁機と自動電圧調整器	29
5.7	同期機の出力特性	30
5.7.1	V曲線	30
	非突極機の場合—最大出力—無負荷の場合—力率 $\cos\varphi = 1$ の点の軌跡	
5.7.2	転換電力と負荷角との関係	33
	非突極機—突極機	
5.7.3	円線図	37
5.8	同期機の並行運転	40
5.8.1	同期発電機の並行運転	40
	起電力が等しく位相差のある場合—起電力が等しくない場合—負荷の分担	
5.8.2	同期化力	43
5.8.3	不均一トルクによる強制振動	43
	制動巻線—制動巻線のない場合—制動巻線がある場合—電力の振動	
5.8.4	不均一トルクの同期機の並行運転	48
5.8.5	同期化	49
5.9	同期電動機の始動	51
5.9.1	自己始動法	51
	始動トルク—補償器始動—全電圧始動—巻線形始動同期電動機—誘導同期電動機—固定子回転始動法	
5.9.2	始動電動機による始動法	54
5.9.3	同期電動機の同期引込み	54
5.10	短絡現象	55
5.10.1	持続（永久）短絡	55
	平衡短絡—不平衡短絡—電機子インピーダンスの各相分の測定	
5.10.2	突発（急）短絡	59
	3相突発短絡電流の等式—磁束鎖交不変の定理による考察—各種リアクタンスと時定数の大きさ	
5.10.3	過渡リアクタンスの測定方法	63
5.11	同期機の安定度	64
5.11.1	定態安定度	64
5.11.2	過度安定度	64
	同期電動機の場合—速応励磁	
5.11.3	乱調	67
5.12	特殊同期機	67
5.12.1	単相同期発電機	67

5.12.2	三相発電機の不平衡負荷	68
5.12.3	正弦波発電機	69
5.12.4	高周波発電機	69
5.12.5	同期同期周波数変換機	70
5.12.6	同期調相機	71
5.12.7	短絡発電機	72
5.12.8	極数変換同期機	72
5.12.9	ヒステリシス電動機	72
5.13	損失および効率	73
5.13.1	規約効率算定のための損失	73
5.13.2	損失の測定法	74
5.13.3	規約効率	74
5.14	摘 要	75
5.15	問 題	79

## 第 6 章 回 転 変 流 機

6.1	概 説	85
6.2	構造の概略	86
6.2.1	電機子	86
6.2.2	固定子	86
6.3	電圧および電流	88
6.3.1	電圧比	88
6.3.2	電流比	89
6.3.3	コイル内の電流	89
	コイル内の直流側電流—コイル内の交流側電流—コイル内の直流側電流と交流側電流との関係—コイル内の合成電流	
6.4	電機子巻線の抵抗損	91
6.4.1	電機子巻線の抵抗損	91
	任意のコイル内の抵抗損—回転変流機全体としての抵抗損	
6.4.2	回転変流機としての抵抗損と直流発電機としての抵抗損との比	93
6.5	電機子反作用および電圧降下	93
6.5.1	電機子反作用	93
	直流側電流による電機子反作用—交流側電流による電機子反作用—合成電機子反作用	
6.5.2	電圧降下	95
6.6	特 性	96
6.6.1	無負荷特性曲線	96

6.6.2	外部特性曲線	96
6.6.3	V曲線	97
6.7	回轉變流機の運転	97
6.7.1	始 動	97
	交流側始動法—直流側始動法—始動電動機法	
6.7.2	電圧制御	98
	直流昇圧機を用いる方法—交流側電圧を変える方法	
6.8	異常現象	99
6.8.1	乱 調	99
	乱調の原因—乱調の現象—乱調防止方法	
6.8.2	フラッシュオーバー	99
	フラッシュオーバーの現象—フラッシュオーバーの原因—フラッシュオーバー防止方法	
6.9	損失および効率	100
6.9.1	損失の種類	100
6.9.2	効 率	100
6.10	摘 要	101
6.11	問 題	102

## 第 7 章 交 直 流 変 換 装 置

7.1	緒 論	104
7.2	半導体整流素子	107
7.2.1	半導体	107
	分類—エネルギー帯—キャリア密度—電流方程式—連続方程式—ゲルマニウムおよびシリコンの諸特性	
7.2.2	PN接合	115
	熱平衡状態—空乏層の性質—整流作用—降服現象—キャリア蓄積効果—PIN接合—PN接合の製法	
7.2.3	セレン整流素子	125
	構造—特性	
7.2.4	ゲルマニウム整流素子およびシリコン整流素子	127
	構造—特性—冷却—定格—破損ならびに劣化	
7.2.5	シリコン制御整流素子	131
	構造—特性—動作機構—点弧特性—ターンオフ時間—定格—サイラトロンとSCRとの比較	
7.3	アーク整流器	138
7.3.1	概 説	138
7.3.2	陰極機構と構造	139

## 水銀プール陰極—熱陰極

7.3.3	種類と特性	142
	水銀整流器—熱陰極放電管	
7.3.4	使用限度	147
	制御能回復時間—逆弧—熱陰極の壊変—異常アーク電圧（アーク消滅現象） —水銀アーク変換装置の定格	
7.4	単相順変換装置	151
7.4.1	概説	151
7.4.2	半波整流回路	152
	誘導性負荷時の直流電圧および電流—交流巻線電流の考察	
7.4.3	全波整流回路	155
	結線方式—誘導性負荷の場合—逆起電力のある誘導性負荷の場合—容量性負荷の場合	
7.5	多相順変換装置	160
7.5.1	概説	160
7.5.2	直流側回路の特性	160
7.5.3	交流巻線電流と整流器用変圧器	162
7.5.4	変圧器漏れリアクタンスの影響	165
	重なり角—リアクタンス降下—力率—重なり角に関するその他の考察	
7.5.5	広く実用される多相整流回路	170
	三相ブリッジ結線—二重星形結線—各種結線の比較	
7.6	逆変換装置	175
7.6.1	概説	175
7.6.2	他励式逆変換装置	176
	装置の動作—諸関係式	
7.6.3	自動式逆変換装置	178
	並列コンデンサ形逆変換装置—直列コンデンサ形逆変換装置—D-Cチョップ パ形逆変換装置	
7.7	交直流変換装置の高調波	184
7.7.1	概説	184
7.7.2	直流側高調波	185
7.7.3	交流側高調波	186
7.8	位相制御回路	188
7.8.1	概説	188
7.8.2	格子付勢装置	189
	パルス変成器による制御法—可飽和リアクトルを用いる制御法—サイラトロン またはサイリスタを用いる制御法	

7.8.3	点弧子付勢装置	191
	可飽和リアクトル法—サイリスタを用いる方法	
7.8.4	ゲート点弧回路	192
	UJT点弧回路—直並列接続した場合の点弧回路	
7.9	制御可能な変換装置の応用	195
7.9.1	概 説	195
7.9.2	電圧制御	195
	水銀整流器直流電流および電圧の定値制御—自動交流発電機	
7.9.3	周波数変換装置	197
	間接他励式周波数変換装置—間接自動式周波数変換装置—直接式周波数変換装置	
7.9.4	電動機の世界制御	199
	静止レオナード装置—無整流子電動機	
7.9.5	直流変圧器	202
7.9.6	その他の応用	202
7.10	各種保護装置	203
7.10.1	水銀整流器	203
	逆弧に対する保護対策—異常電圧の防止保護対策	
7.10.2	半導体整流装置	204
	直列接続—並列接続—直並列接続—過電流保護—異常電圧の保護—劣化検出装置—冷却装置の監視	
7.11	摘 要	208
7.12	問 題	211
	索 引	213