

放電現象

目次

第1章 緒論

1.1	放電現象の意義	1
1.2	電気工学と放電現象	2
1.2.1	放電を利用する例 光源としての利用—熱源としての利用—整流器としての利用— 電気特性の利用—電離作用の利用—化学作用の利用	2
1.2.2	放電の有害作用を防止しようとする例 高電圧絶縁—回路の遮断—回路の異常状態—直流機の整流子— 避雷	4
1.3	原子 原子に共通な性質—原子の構造模型—水素原子の構造模型— 一般の原子構造	5
1.4	励発と電離	10
1.4.1	励発 定義—励発電圧—励発状態の復帰	10
1.4.2	電離 定義—電離電圧—陽イオン—非弾性衝突—光電離—電離確率— 電離能	11
1.5	平均自由行程 定義—単一気体の場合—複合気体の場合—荷電粒子の場合	15
1.6	移動能度 定義—移動能度の式—移動能度の実測値—電子の移動速度およ び移動能度と電界強度との関係	18
1.7	再合と拡散	21
1.7.1	再合	21

定義—再合係数—再合係数の実測値—電子と陽イオンとの間の再合作用

1.7.2 拡散 23

定義—拡散係数—拡散係数と移動能度との関係

1.8 摘要 24

1.9 問題 25

第2章 気体中の導電

2.1 概説 26

2.2 タウンゼントの理論 26

2.2.1 非自統放電 26

平行板電極間の印加電圧と放電電流との関係—上記の関係の説明—暗流

2.2.2 衝突電離の段階 29

概説—電子の衝突電離係数 α —電離電流の計算

2.2.3 電子の衝突電離作用 31

α と電離能との差異— α と電界強度および気圧との関係—陽イオンの衝突電離係数 β

2.2.4 タウンゼントの火花放電理論 33

α と β による両電極間の電流密度— α と γ による両電極間の電流密度— α と θ による両電極間の電流密度—総括—自統放電に移る条件式—シューマン条件式の物理的意義— γ の値—仕事函数—火花放電

2.3 パーシェンの法則 37

火花電圧—相似律—火花電圧と間隙長との関係—最小火花電圧—温度変化の影響

2.4 ストリーマの理論 39

タウンゼント理論の適用範囲—ストリーマの理論

2.5 放電形式の分類 41

非自統放電と自統放電—暗流—自統放電の分類—火花放電

2.6 摘要 43

2.7 問題 43

第3章 各種電極間の気中絶縁破壊

3.1 局部破壊と全路破壊 44

3.1.1 概説 44

3.1.2 コロナ発生の条件 45

3.1.3 コロナ放電の性質 47

直流コロナ—交流コロナ

3.2 平行板電極 49

3.2.1 ロゴウスキ電極 49

3.2.2 火花電圧 50

3.3 球間隙 (球ギャップ) 51

3.3.1 概説 51

平等電界—球間隙で平等電界を得る方法

3.3.2 電界の計算 53

3.3.3 破壊電圧 54

3.3.4 電圧測定器としての球間隙 55

平等電界が電圧測定に利用される理由—火花電位傾度—極性効果—火花電圧の不整現象

3.4 針端間隙 59

3.4.1 概説 59

3.4.2 針端コロナの性質 59

コロナ開始電圧—火花に移行するまでのコロナ形式

3.4.3 火花電圧 61

火花電圧に及ぼす大気湿度の影響—火花電圧と間隙長との関係—極性効果

3.4.4 電圧測定器としての針端間隙 63

針端間隙の欠点—針端間隙の使用例

3.5 平行円筒 64

3.5.1 概説 64

3.5.2 コロナの性質 65

コロナ開始電圧—コロナ損—線状導体に現われるコロナの外観

3.5.3	火花電圧	69
3.6	同軸円筒	69
3.6.1	概 説	69
	同軸円筒の用途—印加電圧と最大電位傾度との関係	
3.6.2	コロナ開始電圧	70
3.6.3	火花電圧	71
3.7	特殊電極	72
3.7.1	双形電極	72
3.7.2	小突起附球間隙	73
3.7.3	始動用球間隙	74
3.8	摘 要	74
3.8	問 題	75

第4章 火花電圧に及ぼす諸条件の影響

4.1	衝撃電圧	78
4.1.1	概 説	78
	衝撃電圧—異常電圧—標準波形—内雷	
4.1.2	標準波形	79
	波頭長—波尾長—全波電圧—截断波—波頭長 波尾長の許容範囲	
	標準波形に関する各国の規程—わが国の衝撃電圧関係の規格	
4.1.3	衝撃電圧発生装置	80
4.1.4	火花の遅れ	81
	定義—電圧時間曲線—電圧時間曲線の例—電圧時間曲線の一般的性質	
4.1.5	衝撃比	83
	放電率—50%閃絡電圧—衝撃比	
4.1.6	衝撃火花電圧の実例	84
4.1.7	衝撃コロナ	85
4.2	高周波電圧	85
4.2.1	平等電界の場合	85

球間隙の火花電圧比—球間隙火花特性の説明

4.2.2	高周波コロナ	89
4.3	高ガス圧	90
4.3.1	平等電界の場合	90
4.3.2	不平等電界の場合	91
4.4	真 空	93
	真空の定義—真空中の火花電圧—高真空中の火花電圧—高真空中の火花機構—化成と火花電圧	
4.5	ガスの種類	95
	ソーンソンの実験—鈴木の実験—鳳の実験—フロンガス	
4.6	摘 要	99
4.7	問 題	100

第5章 雷 現 象

5.1	概 説	101
	雷害—雷研究の必要性—雷統計	
5.2	雷雲の性質	103
5.2.1	雷雲の発生	103
	熱雷—山雷—界雷—渦雷—その他	
5.2.2	雷雲の構造	104
5.2.3	電荷分離の機構	104
	シンプソンの説—ウイルソンの説—氷粒帯電説	
5.3	雷放電の性質	105
5.3.1	概 説	105
5.3.2	落雷直前の電位傾度	105
5.3.3	雷放電の成立過程	106
	ボーズカメラ—階段状先駆放電—主放電—多重雷撃—単一雷撃	
5.3.4	雷電流	108
	雷電流の値—雷電流の波形—雷電流と落雷導体との関係	
5.4	避 雷	109
5.4.1	概 説	109

5.4.2	避雷針の作用	109
5.4.3	保護範囲	110
5.4.4	接 地	111
5.5	摘 要	112
5.6	問 題	112

第6章 グロー放電

6.1	概 説	113
6.2	気圧の影響	113
	気圧が 100~20 mmHg 程度の場合—気圧が 5 mmHg 程度 の場合—気圧が 1 mmHg 程度の場合—気圧が 0.1 mmHg 程度の場合—気圧が 0.01 mmHg 程度の場合—グロー放電— 真空放電に及ぼす気体の影響—両電極の距離を短縮した場合— グロー放電の色	
6.3	電位 電荷等の分布	117
	輝度の分布—電荷の分布—電界の分布—電位の分布—放電電流	
6.4	陰極附近の現象	118
6.4.1	現象の説明	118
	グロー放電の維持作用の源泉—放電自統の条件—アストン暗部 陰極グロー—陰極暗部—負グロー—ファラデー暗部—陽光柱	
6.4.2	陰極降下	120
	グロー放電の種類と電流対電圧特性—グロー放電の陰極部の諸 特性—正規陰極降下と陰極材料および気体の種類との関係—陰 極降下部分の厚さの性質	
6.4.3	陰極飛沫作用	123
	定義—沈澱する陰極物質の量—発生機構—放電管の寿命	
6.5	陽光柱	124
	陽光柱の電流—有極性拡散—管の太さと陽光柱の特性—光条を 示す陽光柱—陽光柱の温度	
6.6	電流電圧特性	126
	一定気圧中の電圧電流特性—安定なグロー放電—垂下特性	

6.7	グロー放電の応用	128
6.7.1	光源としての応用	128
	ネオン・ランプ—ネオン管—ストロボ放電管	
6.7.2	定電圧放電管	129
6.7.3	整流管および継電管	130
	整流管—継電管	
6.7.4	真空避雷器	130
6.7.5	その他の応用	131
	真空度の測定—空気漏洩の検出—金属薄層の附着	
6.8	摘 要	132
6.9	問 題	132

第7章 電弧放電

7.1	概 説	133
7.1.1	電弧放電の発生	133
	グロー放電から電弧放電への移行—グロー放電から電弧放電へ 移行する機構—直接電弧放電が発生する場合	
7.1.2	電弧放電の種類	135
	電弧放電に共通の性質—ガス電弧—蒸気電弧—熱電子放射と冷 陰極放射	
7.1.3	電位分布	136
7.2	陰極点	137
7.2.1	定義	137
7.2.2	陰極点の電流密度	137
7.2.3	陰極降下	137
7.2.4	電子放射の機構	138
	熱電子放射—冷陰極放射	
7.3	電弧柱	141
7.3.1	定義	141
7.3.2	電弧柱の電位傾度	141
7.3.3	電弧柱の電流密度	141

7.3.4	電弧柱の維持作用	142
	熱電離—サハの式—空気中の銅電極間電弧の電子密度—低ガス圧電弧	
7.4	陽極点	143
	陽極点の定義と主作用—陽極降下と陽極点の温度—陽極材料の影響—陽極降下の値	
7.5	電圧—電流特性	144
7.5.1	垂下特性と叱音	144
7.5.2	電弧電圧 電弧電流 電弧長の関係	145
7.6	その他の特性	145
7.6.1	交流電弧	146
	交流電弧の特性—電極材料の影響—周波数の影響	
7.6.2	低電圧電弧	148
	定義—放電の機構	
7.6.3	電弧の駆動	149
	電弧の駆動とその応用—磁気駆動—膠着現象と逆駆動現象	
7.7	電弧の応用	151
7.7.1	光源としての応用	151
	弧光燈の長所と用途—炭素電弧—発焰電弧—水銀燈—螢光放電燈	
7.7.2	整流器および継電管への応用	154
	水銀整流器—ガス入熱陰極整流管—熱陰極格子制御放電管	
7.7.3	電弧熱の利用	156
	電弧炉—電弧熔接—電弧熔断—放電加工—空中窒素の固定	
7.8	摘 要	157
7.9	問 題	158

第 8 章 液体の絶縁破壊

8.1	概 説	159
8.2	油の絶縁破壊	159
8.2.1	油中コロナ	159
	定義—コロナ開始電圧—油中コロナの応用	

8.2.2	交流電圧による破壊	160
	油の純度と破壊電圧—火花電圧の不整現象—先行火花と破壊電圧—絶縁耐力の具体例—不純物の影響	
8.2.3	衝撃電圧による破壊	164
8.2.4	周波数の影響	165
8.3	各種液体の破壊電圧	165
8.4	絶縁破壊の機構	166
	ギンテルシュルツェの説—インゲ・ワルタの説—ゲーメントの説—ニクラーゼの説	
8.5	摘 要	167
8.6	問 題	168

第 9 章 固体の絶縁破壊

9.1	概 説	169
9.2	絶縁耐力の測定方法	170
	絶縁耐力の表わし方—油中耐電圧試験—磁器の絶縁耐力—媒質効果—JIS の絶縁耐力試験方法	
9.3	各種固体の絶縁耐力	173
9.4	衝撃電圧による破壊	173
9.4.1	破壊の時間遅れ	173
9.4.2	電圧印加回数と破壊電圧との関係	174
9.4.3	電圧印加時間と破壊電圧との関係	175
9.5	高周波電圧による破壊	176
9.6	絶縁破壊の理論	176
	熱的破壊—電氣的破壊説—熱電氣破壊説	
9.7	摘 要	178
9.8	問 題	178

第 10 章 複合誘電体の絶縁破壊

10.1	概 説	179
10.2	気体および固体誘電体の組合せ	179

10.2.1	平板電極間に板状誘電体を入れた場合	179
10.2.2	針対平板電極間に板状誘電体を入れた場合	180
10.2.3	棒対平板電極間に画用紙を入れた場合	181
10.2.4	固体誘電体の火花電圧に及ぼす影響の少ない場合	181
10.2.5	沿面コロナ放電	182
10.2.6	誘電体中の空隙の影響	183
10.3	液体および固体誘電体の組合せ	184
10.4	摘 要	185
10.5	問 題	185

附 録 放電現象関係の標準規格

1.	球ギャップによる電圧測定法 JES 1001 (1947)	187
2.	衝撃電圧試験標準規格 JEC 106 (1944)	193
3.	衝撃電圧測定法標準規格 JEC 107 (1944)	202
	索 引	223