

# 目 次

## 序 文

## 1. 真 空 装 置

1.1 真空装置の特色	1
1.2 真空装置の分類	2
1.3 真空装置の構成	3
1.3.1 装置本体	3
1.3.2 真空ポンプ	4
1.3.3 排気系	4
1.3.4 真空度測定装置	5
1.4 真空装置の実例	5

## 2. コンダクタンス

2.1 コンダクタンスとは	9
2.1.1 コンダクタンスの定義	9
2.1.2 電気との関係	10
2.1.3 コンダクタンスの単位	11
2.1.4 コンダクタンスの接続	11
2.2 気体の流れ	12
2.2.1 層流 (laminar flow)	12
2.2.2 乱流 (turbulent flow)	12
2.2.3 分子流 (molecular flow)	13
2.2.4 超音速流 (Supersonic flow)	13
2.3 気体の流れに対する二、三の解析	14
2.3.1 Hagen-Poiseuille の法則	14
2.3.2 Reynolds 数	17
2.3.3 Karman-Prandtl の 1/7 乗則	18
2.3.4 摩擦係数	20

2.3.5	Knudsen 数 .....	21
2.3.6	分 子 流 .....	22
2.3.7	遷 移 流 .....	24
2.3.8	気体の流れの基本式 .....	27
2.3.9	音速, マッハ数 .....	29
2.3.10	超音速の流れ .....	31
2.4	粘性流におけるコンダクタンス .....	35
2.4.1	円管のコンダクタンス (粘性流) .....	36
2.4.2	短い円管のコンダクタンス (粘性流) .....	36
2.4.3	角筒のコンダクタンス (粘性流) .....	37
2.4.4	二重円筒のコンダクタンス (粘性流) .....	38
2.4.5	楕円導管のコンダクタンス (粘性流) .....	39
2.5	分子流におけるコンダクタンス .....	39
2.5.1	一般導管のコンダクタンス (分子流) .....	39
2.5.2	長い円管のコンダクタンス (分子流) .....	40
2.5.3	薄い円板にあけられた丸い孔のコンダクタンス (分子流) .....	41
2.5.4	短い円管のコンダクタンス (分子流) .....	41
2.5.5	種々の切口形状の長い管のコンダクタンス (分子流) .....	43
2.5.6	種々の短い管のコンダクタンス (分子流) .....	46
2.5.7	モンテカルロ法による真空用部品のコンダクタンス (分子流) .....	47
2.6	中間流におけるコンダクタンス .....	52
2.6.1	長い円筒 (中間流) .....	52
2.6.2	環状管 (中間流) .....	53
2.6.3	矩形管 (中間流) .....	55

### 3. 排 気 系

3.1	簡単な排気 .....	57
3.1.1	最も単純な排気系の問題 .....	57
3.1.2	排気系の構成 .....	58
3.2	低真空排気系 .....	59
3.2.1	実効排気速度 .....	59

3.2.2	実効排気速度と圧力の関係	60
3.2.3	S-P 曲線, Q-P 曲線	63
3.2.4	S一定とした排気時間	64
3.2.5	到達真空度を考えた排気時間	66
3.2.6	区分計算による排気時間	67
3.2.7	半減時間, 1/10 減時間, 時定数	69
3.2.8	圧 力 分 布	70
3.2.9	ガス導入がある場合の排気時間	71
3.2.10	2つ以上の容器の排気時間	72
3.3	高真空排気系	73
3.3.1	低真空排気系と高真空排気系の根本的な違い	73
3.3.2	脱 ガ ス	74
3.3.3	リ ー ク	78
3.3.4	透 過	79
3.3.5	ポンプからの逆流	79
3.3.6	高真空領域における排気時間, 圧力変化	80

#### 4. 超高真空装置

4.1	超 高 真 空 系	81
4.1.1	ガラス超高真空装置	81
4.1.2	金属製超高真空系	86
4.1.3	大型の金属超高真空装置	97
4.2	超高真空用材料とその処理	103
4.2.1	ベークする意義	104
4.2.2	エラストマからのガス放出と工業的な超高真空(蒸着)装置の到達圧力	110
4.2.3	透 過	114
4.2.4	壁の内部からの拡散	117

#### 5. 図表による排気系の設計

5.1	真空技術と図表	125
5.2	コンダクタンス図表	126

5.3	排気時間計算図表	128
5.4	真空技術用計算図表	130
5.4.1	計算図表の復習	131
5.4.2	分子流コンダクタンス	133
5.4.3	粘性流コンダクタンス	135
5.4.4	流れの区別	135
5.4.5	コンダクタンス計算の実例	136
5.4.6	流量の計算	136
5.4.7	コンダクタンスの並列合成	137
5.4.8	コンダクタンスの直列合成	137
5.4.9	真空配管各部の圧力分布	138
5.4.10	ポンプの実効排気速度	138
5.4.11	オリフィスのコンダクタンス	139
5.4.12	管端の補正	140
5.4.13	総合排気特性	140
5.4.14	排気時間	140
5.4.15	リーク応答時間	141
5.4.16	空気以外の気体に対する補正	142
6. リーク探し		
6.1	リークと真空装置	143
6.2	リークの表わし方	144
6.2.1	リークの表わし方	144
6.2.2	リーク量の測定	145
6.2.3	加圧下のリーク量	146
6.2.4	リークの大きさ	146
6.3	リーク探しの実際	148
6.3.1	加圧法	148
6.3.2	真空法	151
6.3.3	ペローベ法に用いられる検出器	157
6.4	リーク探しに悩まされない方法	159