

目 次

序 文

1. 真空蒸留の概念

1.1 真空蒸留の発達	1
1.1.1 物質の分離	1
1.1.2 蒸留の歴史	2
1.1.3 真空蒸留の歴史	8
1.1.4 分子蒸留の歴史	9
1.2 真空蒸留と常圧蒸留	11
1.2.1 蒸発現象	12
1.2.2 凝縮現象	13
1.2.3 蒸留操作	13
1.2.4 伝熱	13
1.3 真空蒸留の目的	14
1.3.1 真空蒸留の欠点	14
1.3.2 真空蒸留の利点	14
1.4 真空蒸留の分類	16
1.4.1 圧力による分類	16
1.4.2 蒸留器の形式による分類	17
1.4.3 蒸留方法による分類	17
1.4.4 蒸留操作による分類	17

2. 真空蒸留の基礎

2.1 蒸気圧	19
2.1.1 蒸気圧の定義	19
2.1.2 温度との関係	20
2.1.3 蒸気圧—温度関係式	21

2.1.4	蒸気圧線図	23
2.1.5	蒸気圧の測定	27
2.1.6	蒸気圧のデータ	32
2.1.7	蒸気圧の推定	32
2.2	沸 点	34
2.2.1	泡の中の蒸気圧, 液滴の蒸気圧	34
2.2.2	物質定数としての沸点	35
2.2.3	化学構造と標準沸点	36
2.2.4	沸点の測定	41
2.2.5	突沸現象	43
2.2.6	真空下の沸点	43
2.3	蒸発潜熱	44
2.3.1	蒸発潜熱の定義	44
2.3.2	蒸発潜熱と他の物質定数の関係	46
2.3.3	蒸発潜熱の実験式	48
2.4	蒸気の性質	51
2.4.1	密 度	51
2.4.2	蒸気の粘度	52
2.4.3	蒸気の拡散	53
2.4.4	蒸気の状態式	54
2.5	気液平衡	54
2.5.1	平 衡 比	55
2.5.2	平 衡 係 数	56
2.5.3	揮 発 度	56
2.5.4	比揮発度	56
2.5.5	ラウールの法則	57
2.5.6	比揮発度の温度による変化	59
2.5.7	比揮発度と沸点	59
2.6	平 衡 線 図	59
2.6.1	$t-x$ 平衡線図	60

2.6.2	$t-x$ 平衡線図と応力	62
2.6.3	$p-x$ 平衡線図	64
2.6.4	$x-y$ 平衡線図	65
2.6.5	立体平衡線図	66
2.6.6	平衡線図の描き方	66
2.7	共沸混合物	69
2.7.1	平衡線図に現われる不規則性	69
2.7.2	共沸点と圧力	74
2.7.3	活量係数	75
2.8	物質の分解	77

3. 真空蒸留の理論

3.1	単 蒸 留	79
3.1.1	連続単蒸留	79
3.1.2	回分単蒸留	82
3.1.3	分 縮	87
3.1.4	水蒸気蒸留	92
3.2	精 留	93
3.2.1	精留の原理	94
3.2.2	還 流	96
3.2.3	連続精留	96
3.2.4	q -線	100
3.2.5	最小還流比と最小理論段数	101
3.2.6	回分精留	105
3.2.7	段数決定法	111
3.3	その他の蒸留	115
3.3.1	共沸蒸留	116
3.3.2	抽出蒸留	117
3.3.3	多段仕込精留	117
3.3.4	多段拔出精留	117

4. 分子蒸留の基礎

4.1 気体分子運動論	120
4.1.1 基本公式	121
4.1.2 分子蒸発速度	123
4.1.3 平均自由行程	123
4.2 分子蒸留の理論	124
4.2.1 分子比揮発度	125
4.2.2 分子理論段数	125
4.2.3 液組成と蒸気組成の関係	126
4.2.4 図示法	128
4.2.5 抽留曲線	129
4.2.6 解析蒸留	133
4.2.7 蒸留結果の比較	136
4.2.8 分子蒸留の分離能	137
4.3 真空下における蒸発現象	138
4.3.1 蒸発係数のデータ	138
4.3.2 蒸発係数に関する研究	140
4.3.3 残留ガスの影響	143

5. 真空蒸留の工学

5.1 真空下における伝熱	147
5.1.1 強制対流	148
5.1.2 自然対流	150
5.1.3 ポットスチルの伝熱	151
5.1.4 流下膜の伝熱	152
5.1.5 凝縮蒸気	154
5.1.6 沸騰	154
5.2 液の流動	155
5.2.1 管内の液流	155

5.2.2	気液混相の流動	156
5.2.3	流下膜の流動	157
5.2.4	遠心力下の薄膜	157
5.3	気体の流動	158
5.3.1	常圧気体の流動	158
5.3.2	低圧気体の流動	158
5.3.3	真空下の気体の流動	158
5.3.4	噴 流	160
5.3.5	充填物中の流動	162
5.3.6	気流中の粒子	163

6. 真空精留の工学

6.1	真空下における精留において考慮すべき条件	168
6.1.1	沸点の降下	168
6.1.2	比揮発度の増大	168
6.1.3	加熱源の規模	169
6.1.4	装置の実例	169
6.1.5	圧降下	170
6.1.6	段効率	171
6.2	圧力分布	171
6.2.1	液の状態	172
6.2.2	棚段塔の圧力降下	173
6.2.3	充填塔の圧降下	174
6.2.4	最高許容蒸気速度	176
6.3	段効率	179
6.3.1	蒸気相における物質移動	180
6.3.2	液相における物質移動	180
6.3.3	総括移動単位数	181
6.3.4	局所効率	181
6.3.5	マーフリー段効率	181
6.3.6	飛沫同伴の影響	183

6.3.7	段効率推定のための物性値	184
6.3.8	段効率の実例	185
6.4	HETP	186
6.4.1	HETP の推定	186
6.4.2	真空下における HETP のデータ	187
6.4.3	H. T. U. の推定	188
6.5	真空精留に関する文献	190
6.5.1	充填物の種類	190
6.5.2	真空精留塔試験用物質	194

7. 真空蒸留装置

7.1	回分式単蒸留装置	197
7.1.1	実験室的単蒸留装置	197
7.1.2	工業的回分式真空蒸留装置	200
7.1.3	実験室連続単蒸留装置	204
7.1.4	工業的連続単蒸留装置	205
7.2	棚板式真空精留装置	210
7.2.1	泡鐘形精留塔	210
7.2.2	トンネルキャップトレイ	211
7.2.3	ユニフラックストレイ	211
7.2.4	フレキシトレイ	212
7.2.5	多孔板トレイ	213
7.2.6	ターボグリッドトレイ	213
7.2.7	フロートバルブトレイ	214
7.2.8	リップルトレイトレイ	214
7.2.9	ベンチュリーカスケードトレイ	214
7.2.10	ジェットトレイ	215
7.2.11	キッテルトレイ	215
7.2.12	並流接触式トレイ	215
7.2.13	パラストトレイ	216
7.3	充填式真空精留装置	217

7.3.1	ラシヒリング	217
7.3.2	ラシヒリングの変形	220
7.3.3	固形充填物	223
7.3.4	金網パッキング	224
7.3.5	針金パッキング	229
7.4	回転式真空精留装置	230
7.4.1	回転円筒, 回転板精留塔	231
7.4.2	フラン蒸留器	232
7.4.3	ケルンバウム式蒸留器	233
7.4.4	ロータリートレイ	233
7.4.5	蒸気圧縮ロータリートレイ	234
7.5	特殊な精留塔	234
7.5.1	中間圧縮形	234
7.5.2	濡壁式精留塔	235
7.5.3	クーン式精留塔	235
7.5.4	スプリング式精留塔	236
7.5.5	レジイ精留塔	236
7.5.6	マイクロフラクター	236
7.6	分子蒸留装置	237
7.6.1	実験室用小型分子蒸留装置	238
7.6.2	熟天秤式分子蒸留装置	241
7.6.3	流下膜式分子蒸留器(実験室用)	242
7.6.4	流下膜式分子蒸留装置(工業用)	245
7.6.5	遠心式分子蒸留器	247
7.6.6	精留分子蒸留器	248
7.6.7	分子蒸留装置の実例	250
7.7	付属装置	253
7.7.1	脱ガス器	253
7.7.2	予熱器	254
7.7.3	耐真空ギヤーポンプ	254
7.7.4	ミスト防止器	255

7.7.5	コンデンサー，トラップ	256
7.7.6	排 気 系	256
7.7.7	真 空 計	257
8. 真空蒸留，分子蒸留の応用		
8.1	真空蒸留の経済性	259
8.2	真空蒸留の応用	259
8.3	分子蒸留の経済性	260
8.4	分子蒸留の応用	262
8.4.1	肝油分子蒸留	262
8.4.2	可塑剤の分子蒸留	263
8.4.3	一般油脂および関係物質の分子蒸留	264
8.4.4	その他の応用	266
索 引		269