



## 目 次

---

まえがき iii

略記号表 xiv

### 1 四重極質量分析計の原理

1.1 はじめに	1
1.1.1 質量分析計	1
1.1.2 歴史的沿革	2
1.2 動作原理	4
1.2.1 概 説	4
1.2.2 四重極電極内の電場	5
1.2.3 Mathieu 方程式	6
1.2.4 安定線図	7
1.2.5 質量走査線	9
1.2.6 イオン軌道	10
1.3 性能を決める要因	11
1.3.1 分解能	11
1.3.2 感 度	14
1.3.3 四重極電極の考察	14
1.3.4 電気回路の特性	15

## 2 装置の実際と操作

2.1	四重極質量分析計の基本構成	19
2.2	イオン源	21
2.3	四重極電極	23
2.4	イオンの検出とその記録	24
2.5	エレクトロニクス	25
2.6	真空排気系	27
2.7	基本性能	28
2.7.1	分解能	28
2.7.2	感 度	29
2.7.3	質量数範囲	31
2.7.4	質量ピークの形状	31
2.7.5	四重極型質量分析計と磁場型質量分析計の比較	33
2.8	周辺機器	33
2.8.1	マスマーカー	33
2.8.2	多重イオン検出器	34
2.8.3	固体試料導入系	34
2.8.4	リザーバー形試料導入系	35

## 3 質量スペクトルの解釈

3.1	質量スペクトル	37
3.2	パターン係数	38
3.3	感 度	39
3.4	ピークの種類	39
3.5	同 定	40
3.6	バックグラウンドスペクトル	42

## 4 ガス分析

4.1 残留ガス分析	43
4.1.1 残留ガス分析の必要性	43
4.1.2 残留ガス分析における QMS の有効性	43
4.1.3 熱フィラメントの影響	46
4.1.4 残留ガススペクトルの解析	52
4.1.5 残留ガス分析からの情報	54
4.2 無機ガス分析	56
4.2.1 単純減圧導入	56
4.2.2 排気系の選択	57
4.2.3 熱天秤との結合	58
4.3 痕跡ガス（トレースガス）の分析	61
4.3.1 GC-MS による方法	61
4.3.2 吸着濃縮による方法	64
4.3.3 シリコン半透膜を用いる方法	65
4.4 おもしろい QMS の使用例	66
4.4.1 分子線の検出	66
4.4.2 ラジカルの検出	68
4.4.3 金属蒸気の分析	70
4.4.4 スパッタリング装置内で発生するイオンの分析	72

## 5 呼気分析と血液・組織液中のガス分析

5.1 はじめに	75
5.1.1 呼吸器官の働き	75
5.1.2 呼気分析の意義	76
5.2 呼気分析計の役割	77
5.2.1 呼気分析計の歴史	77
5.2.2 呼気分析計の仕様	78

5.3	装置の構成	86
5.3.1	イオン源	86
5.3.2	質量分離部	87
5.3.3	イオン検出部	87
5.3.4	真空排気系	87
5.3.5	試料導入系	89
5.3.6	多重イオン検出器	92
5.4	血液・組織液中のガス分析	92
5.5	今後の展望	96

## 6 安定同位体分析

6.1	安定同位体とその利用	100
6.1.1	安定同位体	100
6.1.2	安定同位体の利用分野	101
6.2	同位体希釈法	103
6.2.1	理	103
6.2.2	特 徴	104
6.3	同位体トレーサー法	105
6.4	質量分析計を用いた安定同位体トレーサー法	108
6.4.1	はじめに	108
6.4.2	同位体効果	109
6.4.3	医学，薬学への応用	113
6.4.4	臨床検査への応用	116
6.4.5	農学，生物学への応用	118
6.5	四重極質量分析計による分析	119
6.5.1	磁場型質量分析計による分析	119
6.5.2	四重極質量分析計による分析	120
6.5.3	化学イオン化質量スペクトルの利用	124
6.6	今後の展望	126

## 7 ガスクロマトグラフとの結合 (GC-MS) とその応用

7.1 GC-MS 分析	130
7.2 ガスクロマトグラフ (GC)	133
7.2.1 バックドカラム	134
7.2.2 キャピラリーカラム	135
7.2.3 固定相液体	136
7.3 インターフェース	137
7.3.1 直接結合	140
7.3.2 スプリッター	141
7.3.3 セパレーター	141
7.4 GC-MS としての四重極質量分析計	145
7.4.1 感 度	146
7.4.2 質量数範囲	147
7.4.3 分 解 能	147
7.4.4 走査速度	147
7.4.5 排気効率	151
7.4.6 イオン源洗浄の容易さ	151
7.5 コンピューターとの結合	152
7.5.1 構成と機能	152
7.5.2 マスクロマトグラフィー (MC)	155
7.5.3 データ検索	160
7.6 マスフラグメントグラフィー (MF)	165
7.6.1 原 理	166
7.6.2 感 度	167
7.6.3 応 用 例	169
7.7 化学イオン化法 (CI)	174
7.7.1 原 理	174
7.7.2 CIMS の特徴	176
7.7.3 GC-CIQMS	178

7.7.4	CIによる測定例	180
7.8	キャピラリーカラムによる分析	185
7.8.1	Grob形の試料導入系	186
7.8.2	応用例	186
7.9	保守と点検	190
7.9.1	排気系	191
7.9.2	セパレーター	192
7.9.3	質量分析計	193
7.9.4	設置条件	193

## 8 高速液体クロマトグラフ (LC) との結合

8.1	液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-MS)	197
8.2	LC-EIMS	198
8.3	LC-CIMS	200
8.4	LC-APIMS	200
8.5	LC-FDMS	202

## 9 2次イオン質量分析装置の表面分析への応用

9.1	はじめに	204
9.2	2次イオン質量分析法	205
9.3	2次イオン質量分析装置 (SIMS) の原理	206
9.3.1	原理	207
9.3.2	装置	208
9.3.3	イオン源と1次イオン銃	210
9.3.4	2次イオン検出系	211
9.3.5	真空排気装置	213

9.4 SIMS の応用	214
9.4.1 表面汚染層の分析	214
9.4.2 鉄鋼中水素ブリストアの分析	215
9.4.3 多層膜組成分析	217
9.4.4 絶縁物の組成分析	218
9.5 ま と め	218
参考書（総説を含む）	221
質量分析に関する代表的な雑誌・定期刊行物	223
質量分析に関する国際学会と研究団体	223
索 引	224