

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Studies on quantitative analysis of impurities in compound semiconductors by secondary ion mass spectrometry                                                                                                                                                                      |
| Author(s)    | 田中, 融                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Citation     | 大阪大学, 1991, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/37631">https://hdl.handle.net/11094/37631</a>                                                                                                                                                                                               |
| rights       |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|                |                                                                                                                                                      |         |          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 氏名             | た<br>田                                                                                                                                               | なか<br>中 | とおる<br>融 |
| 博士の専攻分野<br>の名称 | 博                                                                                                                                                    | 士       | (理 学)    |
| 学位記番号          | 第                                                                                                                                                    | 9913    | 号        |
| 学位授与年月日        | 平成3年                                                                                                                                                 | 10月     | 5日       |
| 学位授与の要件        | 学位規則第4条第2項該当                                                                                                                                         |         |          |
| 学位論文名          | Studies on quantitative analysis of impurities in compound semiconductors by secondary ion mass spectrometry<br>(二次イオン質量分析法による化合物半導体中不純物の定量分析に関する研究) |         |          |
| 論文審査委員         | (主査)<br>教 授                                                                                                                                          | 横山 友    |          |
|                | (副査)<br>教 授                                                                                                                                          | 桑田 敬治   | 教 授 馬場 宏 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

二次イオン質量分析法 (secondary ion mass spectrometry : SIMS) について、感度・精度に影響を与えるマトリクス効果に着目し、SIMS による GaAs および InP 等化合物半導体中不純物の定量分析の検討を行った。

まず、標準試料を用いて、GaAs および InP 中の不純物について、マトリクスイオンを参照イオンとして、相対二次イオン収率を系統的に測定した。Ⅲ、ⅣおよびⅤ族については、マトリクスである As および P と結合した負の分子イオンの相対二次イオン収率が負の原子イオンより多いもので 100 倍以上高いことが明らかになった。GaAs 中不純物の二次イオン放出過程は、一次イオン照射領域に局所的な高温プラズマを仮定して二次イオンと原子の生成比を求める局所熱平衡モデルで良く説明できることが分かった。

これらの標準試料に高濃度の酸素をイオン注入した試料を作製し、最も感度に影響を及ぼすマトリクス効果として酸素効果を調べた。マトリクス全体に対する酸素の量を酸素分率として計算し、これらの元素の As に対する相対二次イオン収率を酸素分率の関数としてプロットした。この結果、Al 以外の元素で、相対二次イオン収率は酸素分率 0.05 付近から急激に増加し始め、分率 0.3 で酸素のない領域の 50 倍にもなることが分かった。これに関しては、元素の最近接にくる酸素原子の数をパラメータとして説明できる指針を得た。

SIMS を使った新しい定量分析法として GaAs マトリクスを取り除くための化学処理と組み合わせた方法を検討した。この方法は、分析元素をマトリクスから取り除いた溶液を濃縮して SIMS 測定用の膜を形成し、これを SIMS 分析するものである。HCl 形陰イオン交換法を中心として元素をほぼ定

量的に GaAs から分離することにより、Cu や Zn のような通常の SIMS 分析で感度の悪い元素で、GaAs マトリクスから膜に濃縮する体積減少分の 100~1000 倍の感度の向上が得られた。化学処理時に同位体比の異なる溶液を内部標準として加えることにより同位体希釈を行い、精度 5% の高精度分析が可能となった。

以上、SIMS による化合物半導体中不純物の定量分析での酸素効果を含めたマトリクス効果を把握した。また、新しい分析法として、SIMS とマトリクスを除去するための化学処理を組み合わせた方法を確立し、高感度、高精度な定量分析が可能との見通しを得た。

## 論文審査の結果の要旨

二次イオン質量分析法において、不純物元素とマトリクス元素の間の相対二次イオン収率を温度だけの関数で表す式を誘導し、その妥当性を実験的に確認した。また GaAs および InP では、マトリクス元素 As および P と結合した負の分子イオンの相対二次イオン収率が極めて高いことを見だし、従来十分な感度の得られなかった元素についても高感度分析を可能とした。田中君はこのように複雑なスパッタリングの現象を単純なモデルで説明でき、スパッタリングの条件を選択して分析の正確度と感度を著しく向上させることができた。よって本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。