



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | ラジオアイソトープによる電子工業材料試験に関する研究                                                                                                                      |
| Author(s)    | 小原, 陸生                                                                                                                                          |
| Citation     | 大阪大学, 1977, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/31791">https://hdl.handle.net/11094/31791</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| 氏 名・(本籍)    | 小 原 陸 生                     |
| 学 位 の 種 類   | 工 学 博 士                     |
| 学 位 記 番 号   | 第 3 8 5 1 号                 |
| 学位授与の日付     | 昭和 52 年 3 月 22 日            |
| 学位授与の要件     | 学位規則第 5 条第 2 項該当            |
| 学 位 論 文 題 目 | ラジオアイソトープによる電子工業材料試験に関する研究  |
| 論文審査委員      | (主査)<br>教 授 品川 睦明           |
|             | (副査)<br>教 授 井本 正介 教 授 中井 順吉 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、RIトレーサ法、オートラジオグラフィおよび放射化分析法を電子工業の分野における試験・評価に幅広く応用し、材料および製品の研究・開発・製造に寄与することを目的として行った研究であり、6章からなっている。

第1章では、本論文の背景となる電子工業材料のRIを利用した試験・評価技術の関係を述べ、本論文の位置づけを行っている。

第2章においては、半導体およびその関連材料に対するRI利用試験技術の応用について述べている。これはSi半導体関係と化合物半導体関係に大別される。Si半導体には、放射化法を用いてSiあるいはSi酸化膜中でのAu, P, Naの拡散を含む種々の挙動を検討している。少数キャリアのライフタイムキラーとしてSi半導体テクノロジーではその共存が嫌われているAuは、スイッチング特性を改善するため逆にその作用を利用する場合もあり、デジタル素子においては特に重要な役割を演じている。このAuのSi中への拡散特性と溶解度について検討し、その結果を基礎にして、実際のデジタルIC素子におけるAuの分布を考察し、Pを拡散させたエミッタ領域におけるAu濃度の増大を示すオートラジオグラムを得ている。MOS素子の特性に対して最も影響が大きいといわれているNaについては酸化膜中のNaの放射化分析を主体にして検討している。Si基板に対する無電解Niメッキ工程の解析には $^{63}\text{Ni}$ を利用し、条件によってはp型Siとn型Siの間にはメッキ速度に2倍程度の差が生じること、その差はEDTAの添加によって解消することなどを見出している。 $^{85}\text{Kr}$ ガスを利用したラジフロ装置による半導体素子のリーク試験により樹脂とコムの間の接着面を通じてのリークがあることを明らかにしている。次に化合物半導体にRIトレーサ法を適用し、拡散係数、分

配係数および溶解度を求めている。

第3章においては、電子管およびその関連材料に対する適用例として、ガス入り放電励起用 RI として用いられている。 $^3\text{H}$  の測定法について述べている。ここで測定の対象はチタン粉末担体に吸着されたトリチウムガスで、イオン電流測定法により迅速・簡便に測定できる方式を得ている。最適定量範囲は  $10^{-1} \sim 10\mu\text{Ci}$  であり、誤差は 1 % 以下であって封入量の管理あるいは汚染検査用スミア試料の測定などの目的にかなうことを認めている。本法はまた、定電圧放電管、放電型多桁表示管に対する  $^3\text{H}$ 、アレスタに対する  $^{147}\text{Pm}$  など放電励起用軟  $\beta$  放射体の測定に適用して効果をあげている。

第4章においては、照明灯およびその関連材料に対する RI 利用試験技術について述べている。一例として、赤リンゲッタを使用した高ワット白熱電球（500 W 球）の断線現象の解明に  $^{32}\text{P}$  トレーサ法を用いている。他の例として、高圧ナトリウム灯における Na の消失現象を放射化法および  $^{22}\text{Na}$  トレーサ法により解明している。その結果従来いわれていたように Na を封入したアルミナセラミック発光管のセラミックセメント封着部からのリークによる Na の消失はごくわずかであり、主に高温下（ $\sim 1450^\circ\text{C}$ ）におけるアルミナセラミック発光管と Na との間の化学反応による  $\beta$  アルミナ（ $\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3$ ）の生成のためであることを見出している。

第5章では、蛍光体およびその関連材料に対する RI 利用試験技術の適用について述べている。その一つは希土類元素の放射化分析法に関連するものである。照明灯用リン酸ストロンチウムマグネシウム蛍光体中の Tb の定量について、 $^{160}\text{Tb}$  の  $\gamma$  線スペクトロメトリによって 0.3 ~ 3 % の範囲を 0.5 ~ 4 % の誤差で行う迅速法を得ている。また、酸化イットリウム蛍光体材料中の  $^{165}\text{Dy}$ 、 $^{152}\text{Eu}$  の光電ピークを利用し、それらの含有比による試料の分類を行っている。また硫化物蛍光体中の Ag のジチゾン抽出比色分析時の Ag の異常挙動の追跡に  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  トレーサ法を適用し、その原因が  $\text{Cl}^-$  および  $\text{S}^{2-}$  による  $\text{Ag}^+$  の沈でんあるいは錯体形成にあることをつきとめ、 $\text{Cl}^-$  および  $\text{S}^{2-}$  濃度を規制した改良分析法を考案し、ブラウン管用硫化物蛍光体中に  $10^{-3}$  % オーダで添加されている付活剤 Ag を 5 % 以内の誤差で定量できる抽出比色分析法を確立している。

第6章は、総括であり、本論文の概要と結論を述べている。

## 論文の審査結果の要旨

本論文では、電子工業材料の検査に放射性同位体技術を応用し、次に述べるような成績を得ている。

- (1) Si 半導体素子及び MOS 素子に中性子放射化分析法を適用し不純物の拡散状況を見る方法を確立した。
- (2) RI トレーサ法により半導体の不純物テストを行い拡散、分配、溶解、メッキ速度などの定量化に成功している。なおリークテスト、断線テストなども行っている。
- (3) 軟  $\beta$  RI 放電励起を研究し、 $^3\text{H}$  を封入した放電管の製法と試験法を開発した。
- (4) 照明灯、蛍光体及びそれらの関連材料試験に種々の RI 試験法を開発した。

以上のように本論文の業績は、応用放射化学並びに電子工学の発展に多大の貢献をもたらすものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。