

オージェ電子分光装置の設備サポート講習会

近藤 みずき 化学・生物技術分野

1. はじめに

本学分析計測センターに JEOL 製のオージェ電子分光装置・JAMP-9500F がある。著者は、平成 22 年に導入された本装置を平成 24 年 6 月から担当することとなり、平成 25 年度からの学内外からの依頼分析に向け準備を進めてきた。しかし、本装置に関する依頼分析の担当者は著者一人であり、依頼分析を行うにあたっては高度に熟練した技術と様々な経験を必要とするため、外部での研修を望んでいた。

一方、名古屋工業大学技術部では、設備サポート推進事業の一環として、国立大学法人等の機関および研究所等における大型基盤設備の共同利用促進を図り、教員および技術職員としてその職務遂行に必要な専門的知識及び技術等を修得させることを目的とする設備サポート講習会が実施されていた。そこで、同型の装置を保有し、長年依頼分析が行われている実績から、名古屋工業大学技術部にお願いして、平成 25 年度『オージェ電子分光装置の設備サポート講習会』に参加させていただけることとなった。

2. 概要

期日：平成 25 年 5 月 29 日（水）～31 日（金）

場所：名古屋工業大学

大型設備基盤センター

主催：名古屋工業大学 技術部

講師：名古屋工業大学 技術部 塚田究 氏

名古屋工業大学 技術部 藤本靖孝氏

テーマ名：

「オージェ電子分光装置による IC 断面の分析」

本講習では、CP (Cross-section Polisher) で研磨した IC (集積回路) の切断表面について、オ

ージェ電子分光装置 (FE-AES) を用いて多点分析やオージェ・マッピングによる表面分析を行う。

【プログラム】

| | | |
|-------------|---------------|---|
| 一 日 目 | 13:30 ~ 15:30 | 大型設備基盤センターの概要説明および見学 (依頼分析体制などについて、NMR, MS, SEM, TEM, XPS) |
| | 15:30 ~ 17:00 | CP (Cross-section Polisher) による IC (集積回路) の前処理 |
| 二 日 目 | 9:00 ~ 12:00 | AES による IC の CP 処理断面分析 |
| | 13:00 ~ 17:00 | AES による IC の CP 処理断面分析 (つづき) |
| | 18:00 ~ 20:00 | 情報交換会 |
| 三 日 目 | 9:00 ~ 11:30 | 学内見学 (化学実験室 (教養)、分析化学実験室) |
| | 11:30 ~ 12:00 | AES 分析結果についての検討およびまとめ |

3. オージェ電子分光法

オージェ電子分光法 (AES : Auger Electron Spectroscopy) とは、細かく絞った電子線を固体表面に照射し、発生するオージェ電子のエネルギーと数を測定することにより、固体表面に存在する元素の種類と量を同定する方法である。

本講習で使用した装置は、Fig.1 に示す本学にある装置と同型のオージェ電子分光装置 (JAMP-9500F) である。



Metal (金属) Oxide (酸化膜) Semiconductor (半導体) の 3 層構造をしていることによる。

オージェ分析用の試料については、既に本講習の講師により DRAM を基板より剥離してマイクロ・カッターで各断面に切断し、さらに研磨紙で研磨された状態で準備されていた。よって、本講習では CP 処理のみ行った。CP による前処理は初めてであり、CP への試料のセッティング方法から使用方法までを教えていただいた (Fig.2)。

Fig.1 FE-Auger JAMP-9500F (JEOL)

本装置は、ショットキー電界放出型の電子銃を搭載しており、輝度が高く、非常に細かく絞った電子ビームを得ることができる。また、オージェ分析には多重検出器付の静電半球型アナライザー (HAS) を用いており、高エネルギー分解能で高感度のオージェ分析が可能で、オージェ分析による化学状態分析も行うことができる。

4. 1 日目

初日目の前半は、大型設備基盤センターの SEM、XPS、NMR、MS、TEM の順で見学および担当職員との質疑応答を行った。

本センターは、教員、技術職員、技術補佐員以外にも、文部科学省事業 (先端研究設備共用促進事業 (平成 21 年度~)、設備サポートセンター整備事業 (平成 23-25 年度)) の関係者から構成されており、ハード (装置) およびソフト (人材) の両面で大変充実した組織であることを実感した。特に、センター専任の技術職員が複数名いること。また、上記事業の関係者は、元々使用している装置の開発者や技術者であり、そのような人材がセンター内に常時いることは全国的にも稀有である。このような恵まれた環境が羨ましく思えた。

初日目の後半は、CP による IC の前処理を行った。講習で使用した IC は Dynamic Random Access Memory (DRAM) である。これは Complementary (相補型) MOS トランジスタで構成されている。MOS とは、その断面が

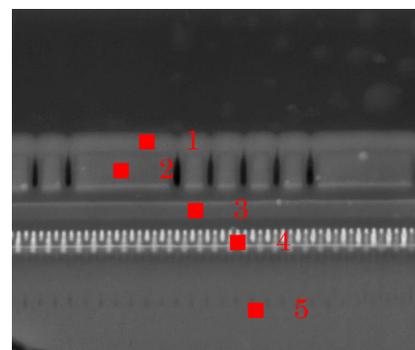


Fig.2 CP への試料 (IC) セッティング

5. 2 日目

2 日目は、高分解能二次電子像による形態観察、オージェ分析の多点分析およびマッピングを行った。

電極構造部の高倍率 ($\times 12,000$) SEM 像を Fig.3 に示す。また、ポイント 1-5 の各点でのオージェ点分析の結果を Fig.4 に示す。これにより、Si 基板 (Point5) 上には、金属の W 電極構造 (Point4)、シリコン酸化層 (Point3) および Al 配線層 (Point2) があり、さらにその上には窒化ケイ素 (Si_3N_4) の保護層 (Point1) が存在していることがわかる。なお、分析ポイント 2 およびポイント 3 で検出されている炭素は、コンタミネーションであると考えられる。



法」と新しく追加された「PB 同時測定法」の 2 種類の設定方法がある。PB 同時測定法は、従来の P (ピーク) と B (バックグラウンド) を同時に測定するため測定時間が半分で済み、さらに高感度マッピングが可能である。

本講習の分析で、一般にシリコン酸化層 (SiO₂) においてはチャージアップしやすいため、前処理として研磨時に電極まで露出させて装置と導通させていたことや、その他分析試料の前処理の注意事項など参考となる点が多々あった。

6. 3 日目

3 日目は、化学実験室：教養、分析、有機、無機の順で実験実施体制等について、見学および担当職員との質疑応答を行った。また、ものづくりテクノセンターの見学も行った。学生実験の運営方法や指導に役立つことなどについて、具体的な話を聞くことができ、大変参考になった。

7. まとめ

本講習会では、AES に関する技術の習得はもちろんのこと、AES や他の分析装置を扱っている方々との横のつながりを持てたことは非常にありがたいことであった。

また、CP による前処理やその処理断面の分析は初めての経験で大変勉強になり、今後の業務に活かせる有意義な講習会であった。今後も他大学との技術交流にて、さらなる自己研鑽に励んでいきたい。

謝辞

今回、著者一人の受講者のために本講習会を快く開催していただいた名古屋工業大学技術部の塚田様、藤本様、玉岡様、その他関係者の皆様に深く感謝いたします。

Fig.3 電極構造部の SEM 像

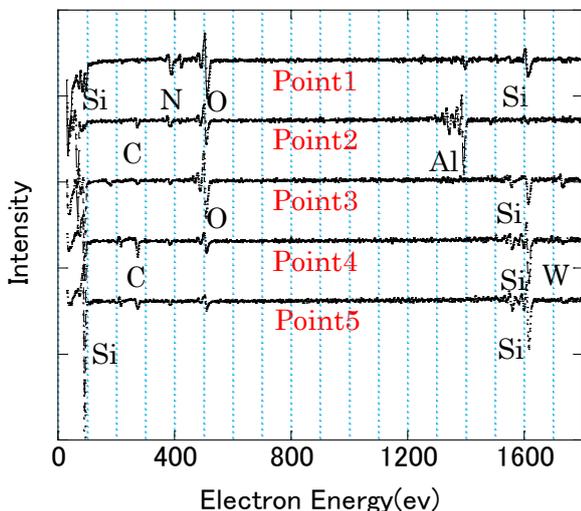


Fig.4 各分析点でのオージェ・スペクトル

次に、オージェ・マッピングの結果を Fig.5 ((1) N 層、(2) Al 配線層、(3) W 電極、(4) Si 層) に示す。

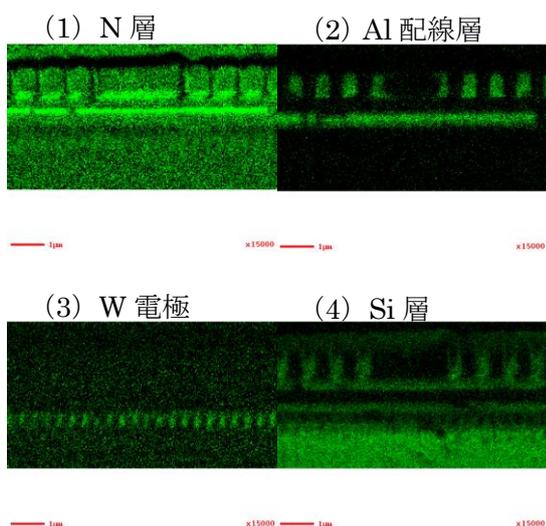


Fig.5 オージェ・マッピング

オージェ・マッピングとは、オージェ・スペクトルの強度を二次元的に像として表示したものである。本装置 (Fig.1) には、オージェ・マッピングの設定方法として従来の「P/B 別測定