

CONFERENCE REPORTS (2)

第3回 SIMS 国際会議

多賀 康訓

(株)豊田中央研究所
〒480-11 愛知県愛知郡長久手町大字長久手横道 41-1
(1982年1月30日受理)

SIMS-III

Yasunori Taga

Toyota Central Research & Development
Laboratories Inc. Nagakute-cho,
Aichi-ken, 480-11

(Received January 30, 1982)

1981年8月～9月にかけて、著者はハンガリーの首都ブダペストで開かれた第3回 SIMS 国際会議 (SIMS-III) に参加しその後欧米の表面研究機関を訪問する機会を得た。その内容全体を洩れなく伝えることは到底不可能と思われるが、SIMS-III の内容を中心に、著者の見聞の一端を手短かに報告させて頂きたい。

1977年、Benninghoven 教授 (Münster, BRD) らが中心となって第一回 SIMS 国際会議 (SIMS-I) が同教授の郷里である Münster で開かれた。イオン技術を中心とする分野の研究活動は 1970 年頃から急速に活発化し、これに伴なって SIMS 国際会議の規模も拡大し、SIMS-II はアメリカの Stanford 大学で 1979 年秋開催された。SIMS-II の論文は “Secondary Ion Mass Spectrometry, SIMS-II” なる標題の単行本としてまとめられ、出版されている。今回の SIMS-III はブダペスト市内の科学アカデミー本部で昨年 8 月 31 日から 9 月 4 日迄開かれた。SIMS の基礎と応用に関する専門家が集まるこの国際会議では今回も前回同様約 80 件の論文発表が行われた。参加者総数は約 120 名余りで、日本からの参加は 8 名であった。

発表論文の分類およびそこに含まれる件数をまとめて表 1 に示す。同表からも判るように今回の SIMS-III では新しく “Depth Profiling” なる分類が設けられて

表 1 発表論文の分類と数

SIMS-III	1. Instrumentation	20 件
	2. Fundamentals	13 件
	3. Quantification	10 件
	4. Depth Profiling	22 件
	5. Applications	15 件

る。これは SIMS が Depth Profiling 技術として広く利用されていることを示すものであろう。以下に分類ごとの概要トピックスを紹介してみたい。

Instrumentation では、Rüdenauer の招待講演に代表されるように、新しいイオン源の試作開発が最大の関心事であった。通常、SIMS 用イオン源にはデュオプラズマトロンが用いられ、一次イオン種としては正二次イオン強度を飛躍的に高め、且つ安定させることから O_2^+ ビームが使われる。ちなみに O_2^+ ビーム照射による Si 中の B の検出感度は大方 $10^{15}/cm^3$ 程度である。一方、負二次イオン強度を高めることから注目されている Cs^+ イオン源の改良も精力的に行われている。いずれにせよ細束ビームで且つ高輝度イオン源の開発が SIMS の応用範囲を一層広くすることは確かであろう。今回の発表論文には EHD イオン源を用いた Ga, In, Sn 等低融点金属イオンビームの引出しに関する報告が多く見られた。いくつかの長所を有する EHD イオン源だけにその期待も大きいが、現時点では輝度ビーム径とともに実用レベルには達しておらず今後の改良が望まれるところであろう。Evans (U.S.A.) らは市販の IMMA とレーザー光源とを組合せたいわゆる “Laser Ionization Secondary Ionization Mass Spectrometer” の開発を進めていた。薄膜材料への応用によりその特徴が生かされるものと思われる。イオン源と四重極質量分析計とから成る簡易型 SIMS 装置の試作及び特性評価に関する報告が 2 ～ 3 見られた。現在の SIMS 装置が非常に高価であることを考慮すると、今後この種の簡易型 SIMS の改良型が普及する可能性がある。SIMS 分析室を超高真空に排気し、水素分析精度の向上を図ろうとする Komiya (ULVAC, Japan) らの試みも興味深いが真空系や試料にも自ずと制約や限界があり今後更に詳細な検討が必要であろう。

Fundamentals には Molecular SIMS (5 件) 及び Secondary Ion Emission (8 件) が含まれる。Benninghoven (BRD) はその “Molecular SIMS of Organic Compounds” と題した招待講演の中で SIMS の Surface chemistry への有用性を強調した。また、クラスタイオン形成に関する Slodzian (Paris 大, France) のレビューもよくまとめられていて興味深いものであった。一方、Secondary ion emission の機構を放出イオンのエネルギー分布を正確に測定することによって推定しようとする Oechsner (Clausthal 大, BRD) の試みが注目を集めた。とくに molecular formation を direct emission model と atomic combination model とに分けて解析する方法は今後発展するものと思われ著者も大いに刺激を受けた。二次イオン強度と仕事関数との相関を以前か

ら調べている Bernheim (Paris 大, France) らの報告は説得力のあるものであったが、著者らの経験などから判断し、実際の現象はさらに複雑で他の諸現象と併せ考える必要があると思われた。いずれにせよ、SIMS の基礎となる二次イオン放出現象を、イオンと固体と雰囲気との相互作用を反映するものと考えることが必要で、系統的研究が不可欠であると思われた。

Depth-profiling では Magee (ARACOR, U.S.A.) 及び Hofmann (Max Planck, BRD) のレビューがよくまとめられていた。とくに Magee は SIMS による depth 分解能を制限する最大の原因が不均一スパッタリングによる表面凹凸変化であると強調していた。一方、Hofmann は depth 分解能を決定するものとして、装置条件、試料物性、及び損傾効果を挙げ整然たる講演であった。Hofmann は以前から AES, XPS などによる depth profiling を系統的に研究しておりそれらも踏えた発表であったので一層興味深いものであった。SIMS による depth-profiling 手法は SIMS の破壊分析技術を最も有効に利用するもので、今回一つの分類項目となり多数の論文が出された。なかんずく、半導体分野の応用は SIMS の極めて良好な検出感度と相まって今後益々広く用いられるものと思われる。

Quantitation には 10 件の発表があった。その発表件数の少なさからも判断されるように全体に低調であった。SIMS の最大の課題の一つに定量分析法の確立がある。現在迄、Andersen らによる LTE モデルが一部の合金・酸化物系の不純物の定量に適用され成功を納めているに過ぎない。今回の SIMS-III でも何種類かの材料系について試みられたものの、新しい発想に基づく系統的研究は全く見られず前途の多難を感じさせるものであった。わずかに Tsunoyama (Kawasaki steel, Japan) らのスパッタ収率及び二次イオン強度の系統的測定に光明を見る程度であった。また、Reuter (IBM, U.S.A.) らは Fe/Ni 系薄膜を数種類分析し始めており今後に期待が持てると考えられる。一方、Morrison (Cornell 大, U.S.A.) はその招待講演に於いて ion image の定量表示を image のデジタル化によって実施する方法を紹介した。コンピュータ処理によって ion image の向上は確かに得られるものの現実の組成像との対応が明確ではなく不安が残る。Quantitation に関しては、前回の SIMS-II で非常に脚光をあびた Evans

らの二次イオン及びスパッタ収率のマトリック効果補正法に関する研究が今回ほとんどなかったことに著者は、SIMS の定量化には地道な系統的研究が不可欠であろうと痛感した次第である。もちろん、それによって必ずしも定量化が出来るという保証がある訳ではなく、むしろ結果的には、高感度分析と定量分析との不確定性原理の壁にぶつかるのかも知れないのだが……。

Application には 15 件の発表があった。大半の発表は SIMS をガス吸着・表面化学研究手法として用いようとするもので、AES, XPS などの組合せにより今後その応用分野が広まるものと思われる。さらにこうした研究は、Quantitation, Fundamentals などと直接関連することから非常に興味深い。その他の応用例としては、以前から SIMS を生体分析に適用し系統的研究を継続している Burns (A. Einstein U.S.A.) らの異色発表が注目を集めた。とくに、試料調整法及び分析上の問題点に質疑応答が集中した。一方、前回の SIMS-II に比べ Application に関する発表件数が減少している。しかし、今回の SIMS-III では surface chemistry への応用が増えていることから、SIMS 単に微量元素分析法としてだけではなく、surface chemistry に関する研究手法としてその真価が認められて来たものと考えられる。

以上の様に、SIMS-III は全体として画期的な発表はなく若干の不満を禁じ得ないものとなった。しかし、新しい試みもいくつか着手されて来ており今後大いなる期待を持つべきものであろう。

著者は、SIMS-III のあと Benninghoven 教授を Münster に訪ね、二日間有益な討論をする幸運に恵まれた。その詳細はここでは割愛するが、Benninghoven 教授は「SIMS の最大の有効利用法は surface chemistry の基礎研究への適用であろうが、その発展普及を考えると、現実の種々の材料分析への応用や定量法確立にも力を入れて行かねばならない」と半ば自戒めいた発言をされていた。SIMS Conference の Chairman としての立場もあり含蓄のある言葉であった。

なお、次回の SIMS-IV は日本で 1983 年に開催されることになった。Local Organizing Committee Chairman の労は、大阪大学教授岡野純先生がとられることになった。日本での記念すべき SIMS-IV を成功させるべく関連する研究者らの一層の協力が必要となろう。