

第27回 フィールドエミッション国際シンポジウム

中 村 勝 吾

大阪大学産業科学研究所 〒565 大阪府吹田市山田上
(1980年10月1日 受理)

27th International Field Emission Symposium

Shogo Nakamura

Institute of the Scientific and Industrial Research, Osaka University, Suita, Osaka 565
(Received October 1, 1980)

The 27th IFES was held in Tokyo from July 7 to 12, 1980. There were 127 attendants from 13 countries and 91 papers were presented, including two invited papers. The meeting dealt with many aspects of field emission: field-ion microscopy, basic and applied to metallurgy and surface science; field emission microscopy, adsorption and surface diffusion; field emission sources; field evaporation of liquid metals; atom probe FIM work; semi-conductor surfaces and instrumentation. Recent progress, and topical subjects were briefly described.

強い電界が作用する表面から放出される電子、イオンを利用した種々の実験手法、例えば FEM (Field emission microscope), FIM (Field ion microscope) および FIMS (Field ion mass spectroscopy) 等の基礎と応用、電子およびイオン源の開発に関する国際シンポジウムが毎年夏に一週間の会期で開催されている。これまでは欧米で交互に開催され参加者は100~150人の規模であった。今年は始めて日本で7月7日から12日まで開催され、国内からの参加者は82人、国外からは35人(米国13人、西独7人、ソ連を含む東欧7人等12ヶ国)であった。例年多数参加している Cambridge, Oxford 等の金属学グループの参加がなかったが、他の主要メンバーは略々参加していた。またこれまで日本からの参加が2~3人位であったが国内で開催された為、特に若い研究者が多数参加して、直接この方面における国外の研究者に触れる機会を持ち、良い刺激が与えられたものと想像される。また今年は各講演について4~12ページの写真入りの講演予稿が初日に配布されたので特に国内の参加者にとっては報告の内容

を理解する上で助けとなるばかりでなく、文献的な価値もあっただろう。

特別講演は Müller の古い弟子の一人で現在この国際シンポジウムの世話人でもある NBS の Melmed が Müller の研究の歩みを骨子とした講演 "A History of Field Emission Microscopy", および原子プローブ FIM を最初に金属学研究に應用してユニークな成果をあげている U. S. スチールの Benner による "Microchemical Analysis of Steel and Other Ferrous Alloys with the Atom Probe" の講演があった。特に Brenner の講演は筆者の様に金属学を専門としない者にとっても Atom probe の利用状況やこの装置を用いた為に解明された新しい事実が良く理解出来る内容であった。

若い研究者を奨励する為に設けられている E. W. Müller 記念賞候補論文は本年は国内から2件、国外からは1件、計3件の応募があり、選考の結果ペンシルバニア州立大学で元の Müller の研究室で桜井の指導を受けている Y. Kuk 君に与えられた。論文は最近国内でも急に話題になって

いる液体金属 (Ga) の強電界による電界蒸発を利用した高輝度点イオン源の電界電離機構に関する研究成果である。高分解能の磁界偏向型原子プローブ FIM を用いて放出イオンのエネルギー分布と共にイオン放出の際イオン源から発生する光スペクトルの電流依存性を測定し、次の様なイオン放出機構を提案している。すなわち強電界が作用するエミッター前面で Ga が電界電離する際、発生した電子がエミッターを衝撃し吸着されている Ga を部分的に加熱すると共に Ga 原子が励起され電界電離を促進しているものと解釈して居り実用上からも興味ある研究である。

一般講演は91件で国内39件、国外からは52件であり、昨年の内容 (応用物理49 (1980) 294参照) と同様に分類すると、

- (1) FIM—基礎と表面研究への応用……10件
 - (2) 電界脱離質量スペクトロスコープ……9件
 - (3) 電界放出および電子源……16件
 - (4) FEM—吸着表面拡散……6件
 - (5) 液体金属の電界蒸発—イオン源……7件
 - (6) 金属研究への応用—FIM……12件
—Atom Probe FIM……15件
 - (7) 半導体および化合物表面……8件
 - (8) Instrumentation ……9件
- 以下、各項目別に簡単に説明する。

(1) FIM の基礎に関する研究で電界蒸発 (脱離) の温度依存性、レーザー光照射効果、電子衝撃効果、電界電離の機構説明の為の実験結果および FIM を表面の研究に利用した成果、例えば吸着原子の配列、吸着原子の結合力、吸着原子間の相互作用に関する研究が報告され、特に目新しいものはなかった。

(2) これまでから西独の各グループの成果が中心で Röllgen 達のグループからこれまで陽イオンの質量分析スペクトルの代わりに電子の電界放出が起こる電界よりも低い電界で電界脱離するヨウ素の陰イオンの出現電界 (電圧) から電子親和エネルギーを測定した結果や有機化合物の電界脱離過程の観測結果が報告され、Block 達のグループは W, Ir, Rh 表面の吸着ガスの脱離におよぼす電子衝撃効果、電界蒸発イオンのエネルギー欠損等の報告があった。

(3) 特に新しい動きはないがこれまでマイクロサイズの Emitter array の作製と実験結果はスタンフォード研の Spindt のグループが独占的に報告していたが、今回はソ連の Givargizov 達が Si emitter array の特性を報告していたのが注目される。また東海大の張はチップに蒸着された Si が (110) 面に build-up することを報告していた。もし電流が安全にとれるなら Swanson の Zr/W (100) emitter と比較して有利な点が多いであろう。

(4) 主として東欧からの報告が多いが、特に新しいものはない。

(5) このシンポジウムでは1971年から毎年ヨーロッパ勢の報告が中心であったが Ga イオン源の特性をオレゴンの Swanson が発表、今年日本からも初めていくつかの報告があった。エネルギー分布、角度分布、分子イオンの質量スペクトル等のデータがかなり出揃ったがフィールドエミッターと同様、液体金属の供給方式や安定性等の技術的な問題や電離機構の解明が残っている様だ。

(6) 国外からは原子プローブ FIM による成果が、国内からは FIM による成果が中心で一部の結果を除いては内外のレベルの差がまだかなり残っている様に思う。U. S. スチールの Brenner の特別講演では各研究グループの昨年までの国際シンポジウムの報告を中心に要領よくまとめられている。スチールや鉄合金の相変態の研究に原子プローブ FIM が日常的に利用され、加熱後の変調構造や組成分布の深さ方向分析、アニールによる析出物や表面の偏析元素の分布およびそれらの析出速度やその温度依存性、相界面における第三元素の存在、熱処理後の窒化物、炭化物の分布等、従来の他の分析法では認められなかったマイクロ領域の分析結果や新しい知見が要領よくまとめられ、70余の引用文献から現状を把握することが出来るであろう。非鉄金属では主として Al 合金や Cu-Ti 合金の GP ゾーンの観察、変調構造が形成されて行く時に起こるスピノダル分解の様子が原子プローブ FIM によって見事に捕えられた結果がドイツの Goettingen 大の Wagner 達のグループから報告されている。

(7) 種々のカーバイト、半導体、LaB₆ 等の F I

M研究の報告が中心である。コーネル大から山本らが GaP の (111) 面を原子プローブFIMで深さ方向分析をした場合、Ga層とP層が交互に電界蒸発する事を報告した。金属ばかりでなく半導体の組成分析にも原子プローブFIMが利用できる期待が持てる様になった。

(8) エネルギー収束型APFIMが東工大の西川グループで、磁界偏向型APFIMが東大の井形グループでも稼動されていることが報告された。今後の成果が期待される。

従来の飛行時間型APFIMは試料表面の原子を電界蒸発させる為に直流電圧および+1秒パル

ス電圧が試料に加えられていたが、回路の反射によるパルス波形の歪が装置の質量分解能を悪くすることが知られている。またパルス電圧を導電性の悪い半導体試料に有効に加えることは困難であった。そこでパルス電圧の代わりに試料にパルスレーザー光を照射して電界蒸発させる新しい型のAPFIMが昨年の Berlin のシンポジウムで Kellog および Tsong によって提案された。今回は Si に関する実験例が追加報告された。光照射による半導体の電界蒸発の機構が解明されておらず、今の所分解能はまだ不十分である為、最終的な評価は出来ないが新しい手法として興味がある。