最後に、もう一言二言

岩 田 誠 一*

本特集号は、各種表面、界面分析手法でできることと問題点について、できるだけ多くの方々に理解していただけたらということでもとめた。以上 10 件の論文を読んでいただいて、表面、界面分析の面白いところ、問題となっているところ等について、少しでもお分かりいただけたであろうか。これからこれらの分析を使おうとされる方々、どこかへ頼もうとされている方々、これらの分析で問題を抱えておられる方々、これから分析の研究を始めようとしておられる方々等のお役に立てれば幸いである。

本特集号は、専門外の方々にも読んでいただきたいが、そうかと言って、入門書的な解説ではない。それぞれの著者が行っている研究の一端を紹介したものである。その方が、一般的解説に比べ、研究の面白いところ、難しいところや、著者の研究に対する考え方なども伝わり、迫力があると思う。あれもこれもという解説は、往々にして散漫になり、結局なにがなんだか分からないということになりかねない。

ここでは、個々の内容も勿論重要であるが、それだけでなく、表面、界面分析を利用(いろいろな意味で)するに当たっての考え方が伝われば良いと思う。分析結果を実際の問題の解決に役立てるためには、次のようなことを考える必要があると思われる。

- (1) 良い試料を使っているか。
- (2) 測定はきちんと行われているか。
- (3) 測定結果の解釈は正しいか。
- (4) 分析の対象となる応用において、問題となる特性(例えば、密着性)と測定結果との対応付けができるか。

一つの例として、薄膜を基板上に蒸着したときの、薄膜の剥がれの問題に、表面、界面分析を利用することが考えられる。そのときの、表面、界面分析のやり方について考えてみよう。

まず、(1)の試料としては、蒸着する前の基板と蒸着後のもの(薄膜/基板)が考えられる。基板表面を分析する場合

は、分析時に、その表面が実際の蒸着直前と同じ状態か(あるいはその状態を反映しているか)どうかを確認する必要がある。蒸着前に表面処理を行う場合など、処理後のどの時点で分析しているか知らなければならない。多くの場合、処理後放置しておいたりすると、酸化膜や吸着層が厚くなるので、注意を要する。一方、基板上に薄膜がある場合には、界面を調べるための準備が普通必要である。表面分析手法を使うなら、薄膜を除去する、あるいは非常に薄くする、透過電子顕微鏡を使うなら、断面方向に薄い試料を作る必要がある。これらの作業が界面状態を変えてしまう可能性を考えなければいけない†。

(2)の測定については、自分が測定したいことが実際に測定されているのであろうか、ということを考える必要がある。例えば、測定するために用いる電子線や X 線の影響で測定結果が変わってしまうことがある。電子線の影響で、密着性に影響のある酸化物が分解してしまったり、X 線の影響で測定値が変動する(見かけ上化合物状態が変わる)ことなどはよくある。また、測定限界以下の量のものを測定しようとしていることもある。さらに、問題となっている不純物などが検出されないということで安心してしまうことがある。用いている検出手法の限界や使っている装置の特徴をよく知っていないといけない。

(3)の測定結果の解釈も重要である。良い試料をきちんと測定すれば、信用できる結果は得られる。しかし、その結果をもとに解釈を行うときには、人間の考え方が入ってしまう。同じ結果でも、解釈によって結論が変わってしまうことがある。また、最近は測定装置も大変便利になって、いろいろなデータ処理を行った結果が測定結果として出てくることが多い。このデータ処理の内容を把握していないと、間違った結論に到達しても分からないことがある。一度論文になると、結論だけが引用されることが多いので、データの解釈には細心の注意が必要である。

最後(4)の、特性との対応付けは、表面、界面分析の工業的応用という意味では、もっとも重要性が高い。薄膜の剥がれの問題があるということで、各種分析を行っても、見当違いな測定をしていたのでは時間の無駄である。例えば、薄膜と基板の界面の微量不純物がきいているのに、薄

† 工業的には、界面状態を反映する結果(例えば、密着性との対応付け)が得られれば、それで良いとする。

* (株)日立製作所中央研究所 ULSI 総合研究センター第 3 部技術主幹

Finally, One More Word or Two; Seiichi Iwata (Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd., Kokubunji)

Keywords: *surface analysis, interface analysis, industrial applications, philosophy, data analysis*

1991年5月31日受理

膜の組成を一所懸命分析してもだめである。また、界面分析のためにイオンスパッタしながら AES 分析を行っても、イオンスパッタの影響、深さ方向の分解能や検出感度等を考えると、不純物の検出が難しい場合がある。この場合には、薄膜を剝離して、界面の分析を行う方が直接的で、不純物が検出できる可能性も高い。しかし、密着性が良い場合などは、剝離させるのが難しく、分析そのものより、剝がし方で苦労しなければならない。

以上、分析を行うときの考え方について述べた。しかし、ちょっと考えてみると、みな当たり前のことである。ところが、「専門家」でも、つい過ちを犯すことがあるのである。また、思い込みもある。通説を信じてしまって大変なことになる場合もある。あまり慣れてしまうと、疑うことを忘れてしまう可能性もある。意外と専門外の人の方が重要な点に気付くこともある。結局、基本をつかんだ考え方がどの応用でも必要となる。[†]

なお、ここまでは、分析結果を知りたい人が分析するというので、話を進めてきたが、実際には、分析を行う人とその結果を知りたい人が違っていることの方が多い。この場合はさらに次のような問題がある。分析を依頼する人は分析によりなにが分かるかをよく知らないし、分析する人は依頼者が何を知りたいかを十分把握していないことが多い。したがって、上記 4 点を考える前に、依頼者と分

析者との意志の疎通が必要である。

立派な分析装置もあり、多くの優秀な研究者も表面、界面に関する研究を行っているので、現在では、周知のように、表面、界面分析が役に立つようになってきたのであるが、その反面、誤った分析結果も沢山出回っている。そうさせないためには、本特集号であるとか、昨年開いた研究会やシンポジウムのような場を通じて、いろいろな立場の人々(分析をする人、分析を頼む人、分析機器を作る人、表面、界面を研究する人、表面、界面に関係した不良で困っている人等)が理解しあうことが重要であると思われる。

ということで、今年も、昨年に続いて、「異種物質の界面状態と諸特性との対応付け」と題して、秋期大会でシンポジウムを開催する[すでに、5月31日には金属学会関東支部研究会(兼宿題テーマシンポジウム研究会)が東大生研で開催され、盛況であった.]。表面分析手法を使って界面分析をしようとすると、上の材料を、界面状態を変えることなく、薄くあるいは除去する必要がある。これだけでも難しいことであるが、役に立つ結果にするためには、さらに、分析結果と問題となっている特性(例えば、密着性)との対応付けが欲しい。しかし、実際には、定量的な対応付けができないことも多い。このようなことについて議論するのは非常に有意義であると考えられるので、大勢の方々の参加を期待している。

略 号

AES: Auger Electron Spectroscopy (p. 587, 595参照)

[†] 表面、界面分析を行うときは、正しい姿をつかむために、できるかぎり総合的に検討する必要がある(p. 579 の図 1 参照)。

編 集 後 記

この特集号は、平成 2 年度の第 39 回金属学会関東支部研究会、同年秋期大会宿題テーマ・シンポジウム「表面、界面分析の工業的応用」の内容を中心としてまとめたものである(p. 579 参照)。私を除いた、10 名の方々に執筆をお願いし、全員、お忙しいにもかかわらず、引き受けてくださり、貴重な論文を書いてくださった。一般的解説というより、それぞれご自身の研究の結果ということをお願いしたので、解説とは違い迫力があると思う。さらに、専門外の読者にも理解していただきたいという考えで、素人の査読者に読んでもらった。これにより、著者の方々には、一層ご迷惑をかけてしまった。

さて、今年も、昨年に引き続いて、関東支部研究会(宿題テーマ研究会)「異種物質界面状態の評価と諸特性との対応付け」を既に 5 月 31 日開催して盛会であった。そして、秋期大会でも同じ題名の宿題テーマ・シンポジウムが

開催されるので、奮ってご参加願いたい。

最後に、著者の皆様、特集号にまとめてくださった、学会の渡辺、阿部両氏、および査読者に深く感謝する。

なお、東京大学物性研究所 村田好正教授にも「水素の分析について」という論文の執筆をお願いしていたが、ご多忙のため、この特集号には掲載できなかった。上記の研究会でも、シンポジウムでもご講演いただいております。ぜひこの特集号に入れたかったのも、大変残念である。しかし、論文が完成次第、本会報に載せていただくことになっているので、ご期待願いたい。

もう一つ「なお」がある。ご多忙の著者が多かったためか、締切に大幅に遅れた原稿もあり、編集の渡辺氏と阿部氏には大変な迷惑をおかけしたことをお詫びする。

(岩田誠一)