

Q&A

「J. Surf. Anal. 21, 2 (2014)に対する疑問」への回答

奥村 洋史*, 峰 和久

三菱マテリアル株式会社
〒311-0102 茨城県那珂市向山 1002-14
*okumurah@mm.co.jp
(2017年7月19日受理)

ご質問ありがとうございます。下記にて回答いたしますので、よろしくお願ひ申し上げます。まず、本回答を作成するにあたり、ご質問に関連する数値について確認作業を行ったところ、論文中に1点の誤表記と、1点の計算間違いが見つかりましたので、ご質問の回答を行う前に訂正したく存じます。誠に申し訳ございません。

・ Co-W 標準試料の濃度表記の訂正

ERSF を導出するために用いた Co-W 標準試料の濃度について、

The concentrations of Co and W were 90.2 and 9.8 at%, …(3頁-28行目)

とありますが、90.2 and 9.8 at% (原子%濃度)は誤表記であり、正しくは 90.2 and 9.8 wt% (重量%濃度)です。これは単位の誤表記であり、論文中の他の計算結果等に影響はしません。

・ AMRSF の値と、Co 相中の W の相対濃度値の訂正

W-MNN 及び Co-LMM の AMRSF 値の表記について、

The calculated AMRSFs of W-MNN and Co-LMM were 0.401 and 0.161, respectively. (3頁-30行目)

とありますが、AMRSF 値が間違っており、記載されるべきは 0.407 (W-MNN), 0.116 (Co-LMM) でした。この間違いは ISO18118 に記載された式に数値を入力していく上での、数値の入力の誤りによるものです。これにより、執筆当時に記載されるべきであった Co 相中 W の相対濃度は 2.4 at% ではなく 1.7 at% となります。訂正前後の AMRSF の値と、Co 相中 W の相対濃度をまとめると、表 1 のように

なります。

表 1. 訂正前後の AMRSF の値と、Co 相中 W の相対濃度

	W-MNN	Co-LMM	Co相中Wの相対濃度
AMRSF(修正前)	0.401	0.161	2.4 at%
AMRSF(修正後)	0.407	0.116	1.7 at%

以上の訂正を踏まえて、下記にてご質問に対する回答を記します。

1. 平均マトリックス相対感度係数 (AMRSF) について

測定したい系とそれほど大きな違いのない組成の標準試料を用いた ERSF を導出しているのならば、わざわざ平均マトリックスを介した AMRSF よりも ERSF や ARSF の方がより確からしさが増すのではないかという質問かと存じます。

本論文中では触れておりませんが、Co 相中には W のみならず C が溶けております。C の強度・濃度については当社の企業秘密に相当するため、公開での議論は避けたく存じますが、このため、測定対象となる Co は必ずしも標準サンプルの Co-W と近い組成とは言えないと判断いたしました。その意味で AMRSF を利用しております。

なお、ERSF の値は 0.336 (W-MNN), 0.116 (Co-LMM) であり、この ERSF 値を用いた場合の Co 相中 W の相対濃度は 2.1 at% です。ISO18118 の式を利用して AMRSF を用いた場合の W の相対濃度は、冒頭で述べた通り 1.7 at% となります。

2. AMRSF を求める際の、backscattering factor について

上記の理由で ISO18118 に記載の AMRSF を利用しましたが、一方で本研究の電子ビームの加速電圧 20 kV という条件は、ご指摘の通り、ISO18118 に記載されている加速電圧の範囲を逸脱しております。ISO 規格の誤用でした。

定量値の算出方法について修正すべく、次の検討を行いました。田沼氏の発表した、より広い加速電圧条件 (10-30 keV) で使用可能な電子の背面散乱補正式[1]を参考に、加速電圧 20 kV における AMRSF を再計算いたしました。得られた AMRSF 値は 0.413 (W-MNN), 0.119 (Co-LMM) であり、Co 相中 W の相対濃度は 1.7 at% となりました。結果として、得られた W 濃度は小数点第 2 位以下の違

いとなりましたが、こちらの方が本論文にて提示すべき数値であったと思います。また、得られた相対濃度値は、WC-Co の二元系状態図と比較して逸脱しておらず、本論文の論旨に変更はございません。各相対感度係数値と、その時のCo相中Wの相対濃度をまとめると表2のようになります。

[1] S. Tanuma, *J. Surf. Anal.* **15**, 312 (2009).

表 2. ERSF および AMRSF, 拡張した AMRSF の値と, Co 相中 W の相対濃度

	W-MNN	Co-LMM	Co相中Wの相対濃度
ERSF	0.336	0.119	2.1 at%
AMRSF(ISO18118)	0.407	0.116	1.7 at%
AMRSF(拡張)	0.413	0.119	1.7 at%

3. 電子散乱効果の影響の及ぶ距離について

Co 相中の中央で検出した W 信号には、本当に WC 由来の信号は含まれないのかどうか、という意図のご質問かと存じます。WC 相から 500 nm 離れた場所における、Co 相内で検出される WC 相由来の W の信号は、ゼロではありませんが Fig. 3(a) の計算値プロットにあるように非常に小さいことから、定量への影響がほとんどない、無視できる程度と考えております。