

2 探針ピエゾ駆動ホルダーを活用した局所領域の精密抵抗測定

東北大学多元物質科学研究所 川本直幸 村上恭和 進藤大輔

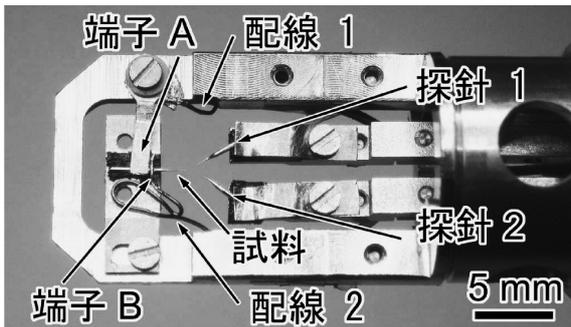


Fig. 1 2 探針ピエゾ駆動ホルダーの先端部.

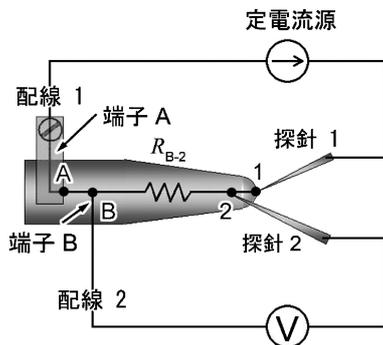


Fig. 2 ホルダー内に敷設した四端子回路.

TEM 内で 2 本の微小探針を 3 次元独立に駆動可能な 2 探針ピエゾ駆動ホルダーの開発により, TEM 試料内の所望の局所領域における導電性評価が可能となった⁽¹⁾⁽²⁾. これまでの導電性評価では, 比較的高い電気抵抗率を示す材料の電気抵抗測定を所謂二端子法を用いて行っており, 測定時において接触抵抗に起因した約 3Ω の測定揺らぎが観測されていた⁽²⁾. そこで本研究では, 2 探針ピエゾ駆動ホルダー内に新たな配線を 2 本増設する事で, 接触抵抗が無視できる四端子回路と等価な回路を組み, その測定精度を評価した⁽³⁾.

Fig. 1 は, 2 探針ピエゾ駆動ホルダーの先端部を示しており, 2 本の Pt-Ir 探針 1 および 2 に加え, 絶縁体のポリエステルで被服した Cu 細線を配線 1 および 2 として 2 本増設した. 測定精度の評価には先端が円錐形で電気抵抗率が既知である $\text{Pt}_{0.90}\text{Ir}_{0.10}$ モデル試料を用い, 絶縁された Cu の台座上にカーボンテープで固定した. 配線 1 はホルダー先端部に設置した板状の Cu 端子 A に接続し, 研磨した配線 2 の端部を端子 B として, それぞれモデル試料に接続した. **Fig. 2** に示すように, モデル試料に探針 1 から端子 A まで $100 \mu\text{A}$ の定電流を流し, 区間 2-B の電圧降下を測定する事で抵抗値 R_{2-B} を四端子法により求めた.

本手法の利点は, マイクロメータとピエゾ素子により電圧測定用の探針 2 が自由に動かせる点である. 本研究では, **Fig. 3** に示すように探針 2 の位置を a →

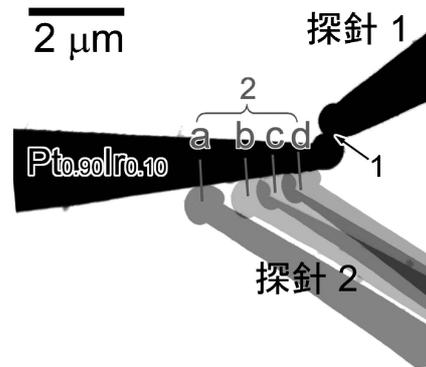


Fig. 3 探針 2 をマイクロメータとピエゾ素子で a → b → c → d と移動させ, 点 B (Fig. 2) と位置 a, b, c, d 間の電気抵抗値 R_{B-a} , R_{B-b} , R_{B-c} , R_{B-d} を測定.

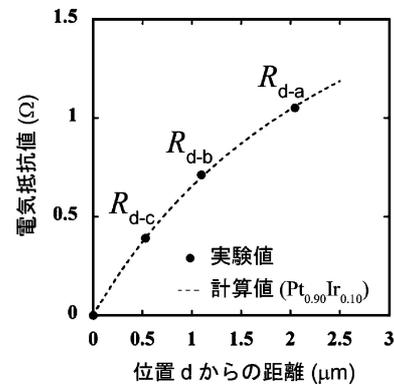


Fig. 4 測定された区間 d-a, d-b, d-c の電気抵抗値 R_{d-a} , R_{d-b} , R_{d-c} (●) および試料形状と $\text{Pt}_{0.90}\text{Ir}_{0.10}$ の電気抵抗率を考慮した計算値(破線).

b → c → d の順に動かし, 端子 B から各位置 a, b, c, d までの電気抵抗値 R_{B-a} , R_{B-b} , R_{B-c} , R_{B-d} を測定した. 次に, 測定結果を $R_{d-a} = R_{B-d} - R_{B-a}$ のように差引きする事で, 位置 d を基準とした区間 d-a, d-b, d-c の電気抵抗値 R_{d-a} , R_{d-b} , R_{d-c} が求まり, **Fig. 4** の ● で示すような実験値がプロットできる. 一方で, モデル試料の円錐形の形状およびバルクの電気抵抗率を基に, 点 d を基準にした距離と電気抵抗値の関係を Fig. 4 中の破線で示す事が出来る. 実験値と計算値がほぼ一致しており, 実験時の測定揺らぎは $10^{-4} \Omega$ 以下, 実験値と計算値のズレは $10^{-2} \Omega$ 以下であり, 二端子法を用いた測定に比べて測定精度が大幅に向上した.

文 献

- (1) 川本直幸, 村上恭和, 進藤大輔, 金 権鉄, 菅沼克昭: 日本金属学会誌, **70**(2006), 384-388.
- (2) Y. Murakami, N. Kawamoto, D. Shindo, I. Ishikawa, S. Deguchi, K. Yamazaki, M. Inoue, Y. Kondo and K. Suganuma: Appl. Phys. Lett., **88**(2006), 223103(1)-223103(3).
- (3) N. Kawamoto, Y. Murakami, D. Shindo, H. Azehara and H. Tokumoto: Mater. Trans., **50**(2009), 1572-1575.
(2009年7月15日受理)

Precise Conductivity Measurement of Submicrometer-Sized Area by Using Double-probe Piezodriving TEM Holder; Naoyuki Kawamoto, Yasukazu Murakami and Daisuke Shindo (Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, Sendai)
 Keywords: transmission electron microscopy, conductivity measurement, four-terminal method
 TEM specimen preparation: JEM-9310FIB (30 kV) for sharpening double Pt-Ir microprobes TEM: JEM-3000F (300 kV)