

原子間力顕微鏡による Cu 配線腐食の結晶方位依存性の評価

Investigation on Crystal Orientation Dependence of Corrosion of Copper Wire
by Atomic Force Microscopy金大院¹, 荏原製作所², 金沢大バイオ AFM センター³, ACT-C/JST⁴○尾形奨一郎¹, 小林 成貴¹, 高東 智佳子², 嶋 昇平², 福永 明², 浅川 雅³, 福間 剛士^{1,3,4}Grad. School, Kanazawa Univ.¹, Ebara Corporation², Bio-AFM FRC., Kanazawa Univ.³,
ACT-C/JST⁴S. Ogata¹, N. Kobayashi¹, C. Takatoh², S. Shima², A. Fukunaga², H. Asakawa³ and T. Fukuma^{1,3}

E-mail: s-ogata@stu.kanazawa-u.ac.jp

半導体集積回路の加工法の 1 つである化学機械研磨(CMP)を用いた配線形成プロセスでは、研磨後の洗浄過程で生じる Cu 配線の腐食が問題となる。腐食研究においては、金属の化学組成の研究が多くなされてきたが、近年では結晶構造に起因する腐食が報告されている。結晶構造と腐食の関連性は様々な金属や合金で電気化学的に評価されているが、微細 Cu 配線におけるナノスケールの構造評価や局所電位分布による腐食評価はほとんど行われていない。原子間力顕微鏡(AFM)は、腐食が生じる液中環境においても、ナノスケールで構造観察が可能である。さらに近年我々が開発したオープンループ電位顕微鏡(OL-EPM)によって、液中電位分布計測も可能になった。そこで本研究では、Cu 配線腐食の結晶方位依存性を明らかにすることを目的とし、まず電子線後方散乱解析法(EBSD)を用いて腐食前の配線表面の方位マッピング像(IPF マップ)を取得した後、腐食環境下における Cu 配線の構造変化を AFM を用いて計測し、それらの結果を比較することで結晶方位と腐食の相関関係を調べた。また OL-EPM によりグレイン間の電位差を液中で計測可能か検討した。

腐食評価の実験は比較的研究例の多い Cl⁻存在下で行った。表面をクエン酸でエッチングした後の形状像(Fig. 1 (a))と、それをさらに 1 μM の NaCl 水溶液に 106 分浸漬した後の形状像(Fig. 1 (b))を比較すると、一部のグレインで激しく Cu が溶出する様子が見られた。溶出箇所を IPF マップ上(Fig. 1 (c))に x 印で示すと、表面の結晶方位分布と強い相関が確認でき、(111)面が露出したグレインは溶出し難いことがわかった。これは溶液に接する面の結晶方位によって、腐食耐性が異なることを示唆している。また、Cu 配線を 10 μM の NaCl 水溶液に浸漬してから 45 分後 (Fig. 2(a)) と 105 分後(Fig. 2(c))の形状像を比較すると、45 分後に得られた電位像(Fig. 2(b))において低い電位を示したグレインはあまり溶出しないことがわかった。このことは、グレイン間の電位の違いと腐食の挙動に相関があることを示唆している。今後はこのモデル系に対して EBSD と OL-EPM を用いて、液中電位分布とグレインの結晶方位および腐食挙動との関係を調べる予定である。

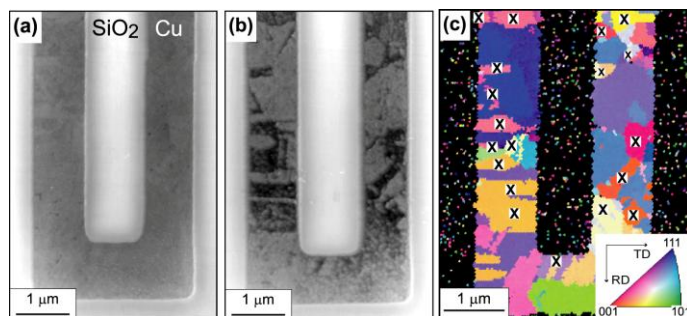


Fig. 1: (a), (b) AFM images and (c) IPF map of Cu wire. (a), (c) Before and (b) after immersing the sample in 1 μM NaCl solution for 106 min.

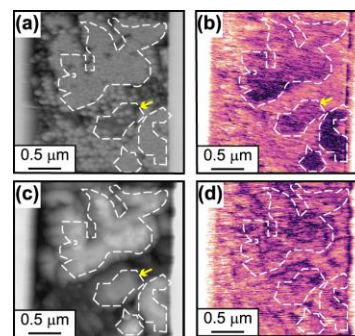


Fig. 2: (a), (c) Topographic and (b), (d) potential images of Cu wire obtained in 10 μM NaCl solution. (a), (b): 45 min, (c), (d): 105 min.