非接触走査型非線形誘電率ポテンショメトリによる金属表面の双極子誘起電位の観察

Observation of dipole induced potentials on a metal surface by noncontact scanning nonlinear dielectric potentiometry

東北大通研　°山末 耕平，長 康雄
Tohoku Univ. °Kohei Yamasue and Yasuo Cho
E-mail: yamasue@riec.tohoku.ac.jp

非接触走査型非線形誘電率ポテンショメトリ（NC-SNDP）は，試料表面の自発分極に誘起される電位分布の観察を可能とする[1]．NC-SNDP では，最低次の非線形誘電率(ε_3)を測定することで，自発分極の有無と向きを検出し，自発分極を実効的にゼロにする直流バイアス電圧を試料に印加する電位フィードバック制御を行うことで自発分極誘起電位像が得られる．これまでに NC-SNDP を用いて Si(111)-(7×7)表面が観察され，表面側が正の電位を持つことが実験的に示されている [1]．一方，Si であっても，異なる面方位を持つ Si(100)-(2×1)表面では，ε_3のバイアス依存性測定の結果から，負の電位が観察される[2]．一般に，仕事関数はバルク項と表面双極子の寄与からなり同一の物質でも面方位毎に異なるが，NC-SNDP で測定される電位は，その原理から表面双極子の寄与に支配されると考えられる．したがって NC-SNDP で異なる面方位を有する試料を観察するとき，面方位に依存して異なる電位コントラストが得られることが予想される．そこで本発表では，多結晶と考えられる金属表面の NC-SNDP 観察を行い，領域毎の自発分極誘起電位の違いを実験的に検討した．

測定は超高真空下，室温で行った. 試料は Si 基板上に約 100 nm の膜厚で電子ビーム蒸着したロジウム（Rh）であり，超高真空下でスパッタおよびアニールを行って清浄化を行った．白金-イリジウム探針を 1.7GHz 程度で発振する LC 発振器に取り付け NC-SNDP 観察を行った．図(a)に形状像，(b)に電位像を示す．図(b)から試料表面は多結晶化しているとみられ，領域に依存して主に 2 つの異なる電位がみられた．図(c)に示す電位プロファイルから，領域間の電位差は 0.15V～0.2V 程度であった．文献[3]では，Rh の面方位による仕事関数の推奨値として(111) 面 :5.46eV ± 0.09eV, (100) 面： 5.3eV±0.15eV, (110) 面:4.86eV±0.21eV(110)が記載されている．NC-SNDP で得られた電位差は(100)面と(111)面の差と同程度であり，Rh の異なる面方位の表面双極子が誘起する電位が観察されている可能性がある．以上の結果は，NC-SNDP を用いて金属表面における面方位の同定や表面電気二重層に関する定量測定をナノスケールで行える可能性を示している．

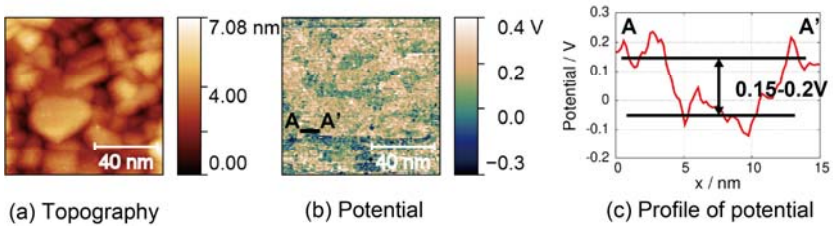

Figure: NC-SNDP images of Rhodium

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金（16H06360）の補助を受けています.

参考文献

[1] K. Yamasue and Y. Cho, Rev. Sci. Instrum. 86, 093704 (2015).
[2] M. Suzuki, K. Yamasue, M. Abe, Y. Sugimoto, and Y. Cho, Appl. Phys. Lett. 105, 101603 (2014).
[3] G. N. Derry, M. E. Kern, and E. H. Worth, J. Vac. Sci. Technol. A 33, 060801(2015).