

放射光 X 線によるイオン液体中での Ge / Au(111)界面構造の研究

関西学院大学大学院理工学研究科
物理学専攻 阪上研究室 宮口真一郎

1. 目的

溶液中で金属を析出させるめっき法を用いると、超高真空を必要とする分子線エピタクシー法などよりも少ないエネルギーで薄膜を作製することができる。しかし、これまでの水や有機溶媒を電解質としためっき法では電解質が電気分解され易く、めっき可能な金属は限られている。一方、常温で液体であるイオン液体は電気分解されにくく、イオン液体を電解質として利用することで、水や有機溶媒中でできなかった金属、半導体のめっきが可能になる。そのため、これまでイオン液体中におけるめっき反応は精力的に研究されている。しかしながら、イオン液体中でのめっき反応の詳細については実験手法の制限が多く、理解が進んでいないため、実用に供される膜の作製はできていない。めっき反応の理解のためには、下地となる電極表面構造を明らかにすることが重要であり、理解が深まれば、これまでより多くの金属、半導体薄膜の作製が可能になる。そこで、本研究ではイオン液体中における電極表面構造の知見を得ることを目的として、イオン液体中での Au(111)電極表面の振る舞いを電気化学測定、原子間力顕微鏡による表面観察および表面 X 線散乱法により調べた。また、半導体めっきの例として、Au(111)上への Ge のめっき反応について調べた。

2. 実験

電気化学セルの作用極には Au(111)(ϕ 10mm)を、参照極、対極には Pt 線を使用した。電解質には 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl) amide ([BMIM]TFSA)および 1-butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl) amide ([BMP]TFSA)を 100 °C で 48 時間脱水して使用した。電気化学測定はグローブボックス中(Ar 雰囲気)、室温で行った。Ge めっきは 5mM GeCl₄を含む[BMIM]TFSA および[BMP]TFSA 中に行った。表面構造解析は原子間力顕微鏡による表面観察および表面 X 線散乱測定により行った。放射光実験は SPring-8 BL14B1 で行った。

3. 結果および検討

図1に[BMP]TFSA 中での Au(111)表面の(1×1)構造に由来する(0,1,0.1)反射強度の電位依存性を示す。開回路電位(Open circuit potential ; OCP)より電位を負に掃引すると -1 V から(0,1,0.1)反射強度は減少し、-1.6 V で電位を正側に折り返すと、引き続き減少するが、-1 V より増加し、反射強度はほぼ元の値に戻った。この結果は、イオン液体中でも電位走査により Au(111)表面構造が可逆的に変化することを示している。また、(0,1,0.1)反射強度が大きく変化する電位幅は約 0.4 V であり、一方、水溶液中ではその電位幅が約 0.2V であった^[1]。よって、イオン液体中における Au(111)表面構造の変化は水溶液中と比べて非常に遅いことが分かった。このような水溶液中とイオン液体中での Au(111)電極表面の構造変化の違いは、電気二重層領域の環境の違いが起因していると考えられ、今後電気二重層を含めた構造解析がイオン液体中の電気化学反応を理解する上で非常に重要であることが分かった。

参考文献

[1]J. Wang , B.M.Ocko, A. Davenport, and H. Isacs, *Phys. Rev. B* **46** (1992) 10321.

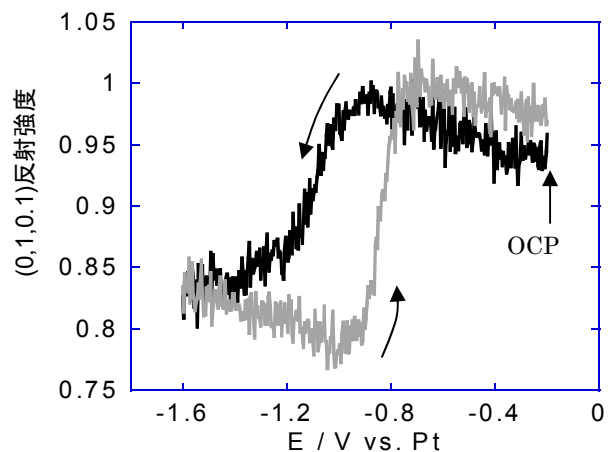


図1:[BMP]TFSA 中における Au の (0,1,0.1)反射強度の電位依存性