イオン液体を利用した酸化タンタル膜の製膜

Film formation of tantalum oxide film using ionic liquid

東北大院工 [1]，産総研(FREA) [2]，東北大多元物質科学 [3]　○(D)保月 奈々[1,2]，神永健一 [1]，
丸山伸伍 [1]，組頭広志 [3]，高遠秀尚 [2]，近藤道雄 [2]，松本祐司 [1]
Tohoku Univ.[1],
Fukushima Renewable Energy Institute, Advanced Industrial Science and Technology (FREA)[2],
Tohoku Univ. Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials[3]
°Nana Hozuki[1,2], Kenichi Kaminaga[1], Shingo Maruyama[1], Hiroshi Kumigashira[3],
Hidetaka Takato[2], Michio Kondo[2] and Yuji Matsumoto[1]
E-mail: nana.hozuki.r6@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】酸化タンタルは誘電率が大きく、絶縁性が高く、化学的耐食性に優れ、蓄電コンデンサの誘電体やデバイスのゲート絶縁体、種々のコーティング材料として使用されている。酸化タンタル膜の気相成長では、高融点の Ta 金属は熱蒸着が困難なため、高周波スパッタリング法や $Ta(OEt)_5$ などの前駆体からの化学蒸着(CVD)法が主に用いられてきた。本研究では、イオン液体中に Ta を溶解させ、基板上にその液体溶液を直接塗布あるいは低温での真空蒸着と、その後の酸化により酸化タンタル膜を作製する新しい方法について検討したので報告する。

【実験】イオン液体(ionic liquid:IL)中に Ta を電解溶出させる実験は、Ar 大気圧のグローブボックス中（酸素＜1ppm，露点＜-78℃)、室温で行なった。IL([Bmim][PF_6])3mL に金属 Ta 箔(5mm×15mm 程度、厚さ 0.05mm)を作用電極とし、対極はプラチナ板(10mm×10mm)を銅線(直径 0.5mm)でつないだもの、擬似参照電極には銀線を使用し、ポテンショスタットを用いて IL のみでは分解しない一定電位+2.2V[vs.Ag]を印加した。Ta が溶出した IL は、紫外可視分光法(UV-vis)測定のほか、基板上に滴下、あるいは赤外レーザー蒸着法により真空蒸着したものを蛍光 X 線分析装置(XRF)で測定し、蒸着前後での IL 中の Ta イオンの濃度変化を調査した。

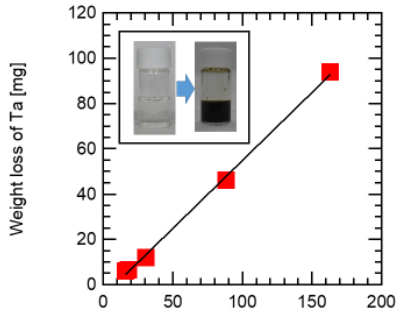

Fig. 1: Weight loss of Ta [mg] plotted against the total amount of electric charges [C], along with a photo of ILs before and after the electrodissolution.

【結果と考察】Ta が溶出した IL は挿入写真に示すように着色していた。**Fig.1** のグラフから使用された電荷量が多いほど溶出する Ta の量が線形的に増加し、電荷量により IL 中の Ta の濃度を制御できることがわかった。実際、Ta が溶出した IL の Ta/P の XRF 強度比は溶出量に対して比例していることを確認した(**Fig.2**)。次に、この Ta 含有の IL を基板上に真空蒸着した IL 膜の XRF 分析結果を **Fig.2** に併せて示す。真空蒸着によって得られた膜にも Ta が含まれていたが、Ta の濃度が蒸着前の十分の一程度に低下し、蒸発過程で、Ta 含有の IL が、溶媒の IL と比べ、蒸発しにくいことがわかった。当日は、XPS における IL 中の Ta の状態分析、および酸化処理前後での酸化膜の形成について議論する。

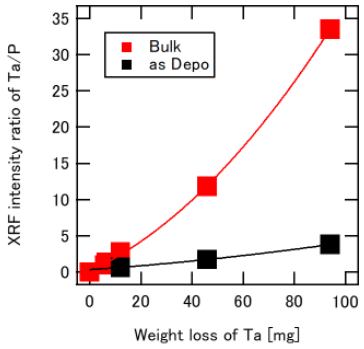

Fig. 2: Comparison of XRF intensity ratios of Ta/P in the Ta-containing bulk source IL solutions and their vapor-deposited IL films plotted against the weight loss of Ta in ILs, respectively.

© 2021年 応用物理学会