

裏面照射金薄膜フォトカソードの膜厚最適化

1230115 長田 愛都 (プラズマ応用研究室)
(指導教員 八田 章光 教授)

1. 背景と目的

昨今ではプラズマ処理という技術が様々な分野で用いられている。プラズマ処理を行う上で現在は真空引きを行う手間がいらない大気圧プラズマが重宝されているが、当該技術には放電に用いられるガス種に限りがある等の課題が存在する。

本研究の対象である裏面照射金薄膜フォトカソードを用いた放電では、既存の大気圧プラズマと比較して様々なガス種での放電が確認されており、実用化すれば既存のガスでは行えなかった処理を行えるようになる可能性がある技術である。

裏面照射金薄膜フォトカソードは強い光を照射することにより電子を外部に取り出せる光電効果^[1]を透明度の高い石英ガラスを用いて金薄膜の裏面から照射した光で表面で発生させる性質上厚すぎず、薄すぎない膜厚を必要とする。

本研究では、裏面照射金薄膜フォトカソードにおいて最も重要なパラメータである金スパッタの膜厚に関して I-V 特性と吸光度スペクトルの観点から実験と考察を行った。

2. 実験方法

本実験に用いる回路を図 1 に示す。縦横 26nm×76nm の石英ガラスにスパッタ装置(Sc-701HMC QUICK COATER)を用いて直径 18mm の円形の金スパッタをサンプルごとに 10s、15s、20s、25s、30s、40s だけ行いスパッタ面を表面として本実験では裏面から波長 172nm の Xe エキシマランプを用いて紫外線光を照射し強い光を照射することで初期電子を確保し、これに電圧をかけることで放電を行った。

本実験ではサンプル作成後、分光光度計(U3900-h)を用いて金薄膜の吸光度スペクトルを測定し、その後陰極-陽極間に Ar ガスを MFC(C1005-4S2-500-N2)を用いて流量 250sccm に操作した上で流し、エキシマランプの光を照射しながら Analog discovery(410-321)を用いて直流高電圧源 HV による電圧を PC から -250V~250V 範囲で操作し、陰極に印可した。電圧印可時の電流値の変化をデジタルマルチメーター(SANWA PC700)を通して PC で読み取り、記録した。

今回使用したスパッタ装置では 20 秒金スパッタを行うことで金薄膜の厚さが 9nm となる仕様のため、スパッタ時間から

$$\text{Thickness(nm)} = \text{Sputter time(s)} \times 0.45\text{nm} \cdots ①$$

で各サンプルの計算上の厚みを算出できる。

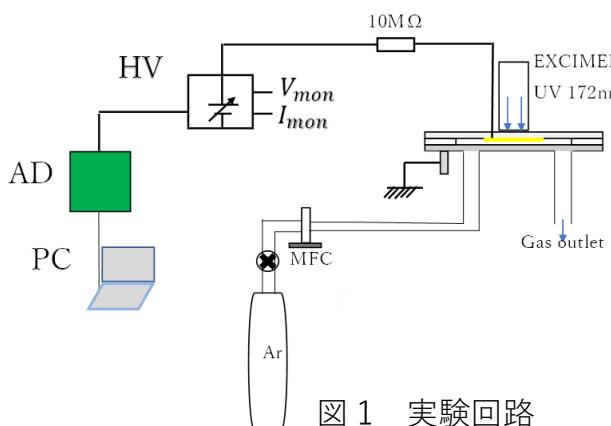


図 1 実験回路

3. 実験結果

実験より得られた吸光度スペクトルのデータを図 2 に、I-V 特性のデータを図 3 にて示している。図 2 より今回の実験に用いられる光の波長 172nm 付近においてスパッタ時間と吸光

度に相関があり、波形の形においては Sputter time10s サンプルのみ他サンプルと異なる形のデータが得られた。

図 3 より、Sputter time15s、20s のサンプルが電圧をかけた時の電流値が最も大きく次いで 25s、30s、40s と膜厚が厚くなるほど低下していくが最も電圧に対する電流値が低かったサンプルは 10s のサンプルであった。これは 25s 以降のサンプルが 20s と比較して裏面で余分に光を吸収したため結果として表面で吸収できる光の量が減少したのに対して、10s サンプルでは裏面での吸収はほとんど起きなかつたが、透過してきた表面でも吸光が起こらず、光電効果による電子放出がほとんど発生しなかつたためと考えられる。

本実験において最適値に近いと考えられるサンプルの Sputter time15s、20s サンプルのそれぞれの計算上の膜厚は①式より、6.75nm、9nm であり 10s、25s サンプルの電流値を参考に考えると 6.75nm~9nm の範囲内に裏面からの光の透過と表面での光の吸光のバランスが取れた最適膜厚が存在すると考えられる。

また図 2 より Sputter time15s、20s サンプルのそれぞれの吸光度スペクトルは 172nm 付近でそれぞれ約 0.24、0.27 であり金薄膜による紫外線光の吸光度が 0.24~0.27 の範囲で膜厚は最適となると考えられる。

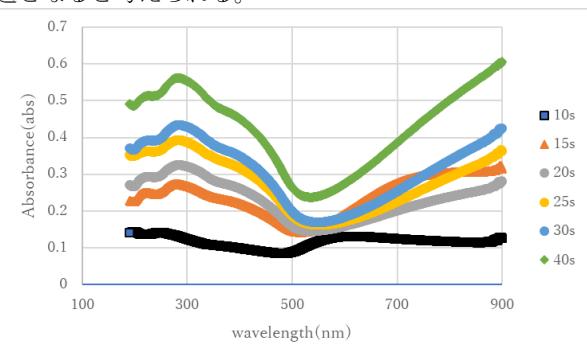


図 2 吸光度スペクトル

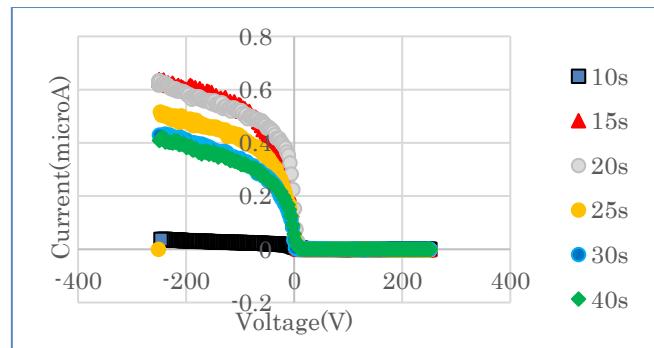


図 3 I-V 特性

4. まとめ

4.1 資料の構成

裏面照射金薄膜フォトカソードを用いた放電において、Ar ガス中の最適な膜厚は厚さでは 6.75nm~9nm の範囲、吸光度スペクトルの観点からは、波長 172nm の深紫外線光を用いた時当該波長の Absorbance が 0.24~0.27 となる範囲に存在すると考察できた。

参考文献

- [1] 藤本 晶“基礎電子工学” p9

