イオンプレーティング膜の膜厚測定に及ぼす ホローカソード効果

榎 本 祐 嗣*

(昭和51年9月1日 受理)

Film Step Height Affected by Hollow Cathode Effect in Ion Plating
Yuji ENOMOTO

(Mechanical Engineering Laboratory, 12-1 Igusa 4-chome,
Suginami-ku, Tokyo 167)

(Received September 1, 1976)

1. はじめに

グロー放電プラズマ中で蒸着を行う D. C イオンプレーティングやバイアススパッタリング法では被めっき物体に負の高電圧が印加されている。そのため段差、穴、凹部など複雑な形状を有する被めっき物体の場合には、2次電子がその附近でトラップされやすく、従って局所的にプラズマ密度が増すいわゆるホローカソード効果が生じる¹⁾。このような複雑な形状領域ではスパッタ速度が高くなるために蒸着膜は過剰なエッチングを受ける。一般に上述の蒸着方法ではガス圧力が比較的高く、蒸着原子の平均自由行程が小さくなるためガス散乱効果によりつきまわりが良いとされているものの²⁾、ホローカソード効果は遮蔽効果と共に蒸着膜厚を不均一化する原因となる。

一方、光干渉、触針、光切断などの膜厚測定法においては、被めっき物をマスクして得られる被膜段差を利用して厚みの測定を行う。この場合にもマスク端で上述のホローカソード効果の影響は避けられないであろう。

最近 Gardos³⁾はバイアススパッタリング法による MoS₂ 被膜の厚み測定で、マスクング角度が小さくなるにつれ測定される厚みが直線的に大きくなる事を見出している。また正確な厚みとして、マスクング角度を0°にグラフ的に外挿して求める方法を提案している。しかし印加電圧、マスクング高さ、遮蔽効果とホローカソード効果の影響の程度など尚十分でない点があり、さらに

Fig. 1 Schematic of D.C. ion plating system.

詳しく検討する必要があると思われるので、D. C イオンプレーティング法でこのような実験を行ってみた。

2. 実験装置と寸法

Fig. 1 に実験に使用した2極型イオンプレーティング装置の概略図を示す。銅基板 (75×75×3 mm) はアルミナ懸濁液で研磨仕上げしたのち、さらに電解研磨で鏡面仕上げにした。マスク (S45C鋼) は Fig. 2 A および B に示す2通りのものを使用し、それぞれマスクング角度の影響及びマスクング高さの影響について調べた。タイプAは30mm角、高さ2.5mmで各辺のエッジ角度は20°, 45°, 60°, 90°に加工してある。一方タイプBでは40 mmφ で高さが最大5.2mmから最少0.2mmとなるような傾斜がつけてある。

触針法 (タリサーフ4型、測定力100 mg) で被膜段差

* 機械技術研究所基礎部 (杉並区井草4-12-1)

Fig. 2 Types of mask: upper; side view, lower; top view

を測定する際の、圧子の切り込み影響を最小とすため、基板と同じ銅を蒸発材料とした。また蒸着中に蒸発面積が一定値を保ち (0.5 cm^2 以下)、拡がらないよう Fig. 1 に示すような傾斜のついたタングステンボートを使用した。

基板のスパッタクリーニングをアルゴンガス圧 1.4×10^{-2} Torr, 放電電圧 3 kV で10分間行った後に、約1.3 g の銅を 4 ~ 6 分で蒸発し終るよう一定加熱電力でイオンプレートした。このときのアルゴンガス圧は 1.1×10^{-2} Torr で、放電電圧は 0, 1.5, 3 kV の3通りとした。

3. 実験結果と考察

放電電圧 3 kV においてタイプ A で基板をマスクし、蒸着の後マスク角度の異なる各辺の中心付近で出来た被膜段差を触針法で測定したときの記録例を Fig. 3 に示した。被膜高さは Fig. 3 に示すように信号が立ち上りき

Fig. 3 Stylus traces of ion plated film step at discharge voltage of 3 kV.

Fig. 4 Film step height as a function of masking angle: masking height 2.5 mm.

Fig. 5 Film step height as a function of masking height: masking angle 90° .

ったところでのベースラインから立てた垂線が被膜表面ラインと交わる点までの距離から求めた。このようにして各角度で数回の記録をとり、その平均値を Fig. 4 に放電電圧 0 kV すなわちガス散乱蒸着及び 3 kV でイオンプレートしたときの被膜高さともマスク角度の関係を示した。いずれの場合も測定される被膜高さはマスク角度の減少と共に直線的に大きくなっている。ガス散乱蒸着の場合、これは遮蔽効果によるもので、放電電圧が印加されるとホーローカソード効果により上述の傾向が強められている事が判る。尚 1.5 kV での傾向を図示しなかったが傾斜の勾配は 0 と 3 kV の中間にあった。

Gardos の方法³⁾に従い、マスク角度 0° における仮想

被膜高さが真の膜厚を与えるとして **Fig. 4** の点線で示すような外挿を行うと 0 kV の場合で $2.0\ \mu\text{m}$, 3 kV で $2.6\ \mu\text{m}$ となり, それぞれの蒸着時間で割ると蒸発速度はいずれも $0.44\ \mu\text{m}$ 毎分となった. 放電電圧 3 kV の場合, マスキング角度 90° で測定される被膜厚みは外挿から求められる値の約半分に過ぎない事は注意すべきことではないかと思う.

タイプ B のマスクで得られた被膜高さとマスキング高さとの関係を **Fig. 4** に示した. この場合もほぼ直線的な関係が成立しており, 当然の事ながらマスキング高さが高いとホーローカソード効果が顕著となる事が判る. 先と同様な考えに基づいて高さ 0mm に外挿して求めた仮想膜厚と高さ 0.2 mm における被膜高さとの差は放電電圧 0 および 3 kV とともに 5 % 以内である. 従って 90° マ

スキング角の場合には高さが 0.2 mm 程度であれば正確な膜厚測定には十分であるといえよう. またそれより大きいとマスキング角度を出来るだけ小さくしなければならぬことになる. いずれにしても段差法によるイオンプレーティング膜厚の正確な測定にはマスキング状態に十分の注意を払わなくてはならない.

〔文 献〕

- 1) D. M. Mattox: Development Report SLA-73-0619 (1973).
- 2) K. Matsubara *et al.*: Japan J. appl. Phys. Suppl. 2, Pt. 1 (1974) 455.
- 3) M. N. Gardos: ASLE Preprint for 30th Annu. Meet., Atlanta (1975) 1.