

放電ガスに Kr を用いた HPPMS による Spindt 型エミッタ作製の試み

Evaluation of HPPMS process with Kr discharge gas for Spindt-type emitter fabrication

成蹊大理工¹, 産総研², [○]谷口日向¹, 中野武雄¹, 大家溪¹, 長尾昌善², 大崎壽², 村上勝久²

Seikei Univ.¹, AIST.², [○]Hyuga Taniguchi¹, Takeo Nakano¹, Kei Oya¹, Masayoshi Nagao²,

Hisashi Ohsaki², Katsuhisa Murakami²

E-mail: nakano@st.seikei.ac.jp

1. はじめに

Spindt 型エミッタは真空電子源のひとつであり、微小なキャビティの上部に穴を設け、さらに上部から金属膜を堆積させて作製する。本研究ではこれまで大電力パルススパッタ装置を用いて Mo を堆積させ、エミッタ陰極形成の最適条件を決定した^[1]。しかし、成膜中もしくは成膜後に、非常に強い圧縮性の内部応力によって膜が剥離する問題が生じた。Mo のように原子質量の大きい材料のスパッタプロセスでは、ターゲットに入射した希ガスイオンが表面原子との二体衝突で後方散乱されると同時に電荷を失い、高速中性粒子として基板方向に飛ぶ。このような高速中性粒子は表面近傍の原子を内部に叩き込んで体積膨張をもたらす、圧縮応力の原因となる。そこで、Ar に比べて質量が大きく、後方散乱されにくい Kr を放電ガスとして用い、膜の内部応力を評価することで、膜が剥離せずにエミッタ陰極を形成できる条件を探索した。

2. 実験

Si 基板上に、大電力パルススパッタ装置を用いて Mo を成膜した。スパッタ粒子の直進性を高めるため、ターゲットー基板間に 2 種類の方法で電位差を設けた。一方は基板に負電圧 (V_s) を印加する方法であり、もう一方は、基板を接地し、ターゲット近傍に新たな電極 (キャップ電極) を追加して、正電圧 (V_c) の印加によりプラズマ電位を上昇させる方法である。放電ガスは Ar または Kr を用い、成膜圧力がともに 0.3 Pa となるよう流量を調整した。また、得られた膜に対し、X 線回折を用いて基板方向の面間隔を求め、バルク値との面間隔のずれから、二軸応力状態を仮定して膜に働く内部応力を算出した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に V_s と内部応力の関係を示す。膜はすべて圧縮応力状態であった。放電ガス Kr と Ar の場合を比較すると、すべての V_s において、Kr での圧縮応力が緩和されていることがわかった。高速中性粒子による圧縮応力発生が抑えられたと考えられる。講演では、放電ガスが Ar の場合の V_c と応力の関係、成膜圧力と応力の関係に加え、Kr による Spindt 型エミッタ陰極作製についても報告する。

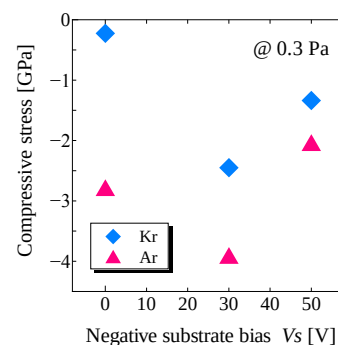


Fig. 1 Compressive stress in Mo film for Kr and Ar with respect to the substrate negative bias

[1] Nakano T. *et al.* J. Vac. Sci. Technol. B, **35** (2017) 022204.

[2] Takagi, *et al.*, Vacuum, **80** (2006) 581