3 極型大電力パルススパッタを用いたスピント型冷陰極の作製

Fabrication of Spindt-type field emitters using triode high power pulsed magnetron sputtering

○成田 智基[1]、谷口 日向[1]、大家 渓[1] 、中野 武雄[1] 、長尾 昌善[2] 、村上 勝久[2]、大崎 壽[2]
(1. 成蹊大理工、2. 産総研)
○Tomoki Narita[1], Hyuga Taniguchi[1], Kei Oya[1], Takeo Nakano[1],
Masayoshi Nagao[2], Katsuhisa Murakami[2], Hisashi Ohsaki[2]
(1.Seikei Univ., 2.AIST.)
E-mail: nakano@st.seikei.ac.jp

1. 緒言

スピント型エミッタは円錐状の形状を持つ微小電子放出源であり、良好な電子放出特性を持つため、超高感度撮像素子などへの応用が期待されている[1]。作製には直進性の高い成膜方法が必要なため通常電子ビーム蒸着が用いられるが、スパッタリングで作製可能になると大面積化が容易になる。我々は、これまでに 2 層レジストによりキャビティを形成した Si 基板上に、外部電源によりプラズマ電位を制御できる構成とした 3 極型大電力パルススパッタ[2]を用いてスピント型エミッタの作製を試みてきた。その結果、ある程度の円錐形状は形成できたが、先端の鋭さがデバイスへの応用には不十分であった。この原因は圧縮応力によるキャビティの変形や剥離であると考え、今回はキャビティを強度の強い Mo/SiO_2 膜を用いて同様の実験を行い、各成膜パラメータに対するエミッタ形状の依存性を調べた。

2. 実験

2 層のフォトレジスト、あるいは Mo/SiO_2 膜を用いて微小ホールを持つキャビティ構造を形成した Si 基板上に、上記の 3 極型大電力パルススパッタ装置を用いて Mo を成膜した。外部電源電圧(V_C)によりプラズマ電位を制御することで、堆積粒子の入射方向、エネルギーを制御できる。V_C や放電ガス圧力を様々に変えて実験を行い、得られた構造を走査型電子顕微鏡で断面方向から観察し円錐形状の底辺と高さの比（アスペクト比）を評価した。同時に平坦な Si 基板上にも成膜を行い、X 線回折により内部応力を評価した。

3. 結果および考察

キャビティの材質によるエミッタのアスペクト比の違いを図 1 に示した。いずれの場合も V_C が 40 V の時にアスペクト比が最大となった。V_C=40 V の時の圧力の違いに注目すると、Mo/SiO_2 キャビティの方が低圧でのアスペクト比が高くなった。これは、Mo/SiO_2 キャビティの場合にはより強い圧縮応力でもキャビティの変形が起こらないため、平均自由行程が長くなる低圧での成膜でアスペクト比が向上したと考えられる。また、最も良好な形状が得られたときの平坦な Mo 薄膜には、約 3 GPa の圧縮応力が生じていた。

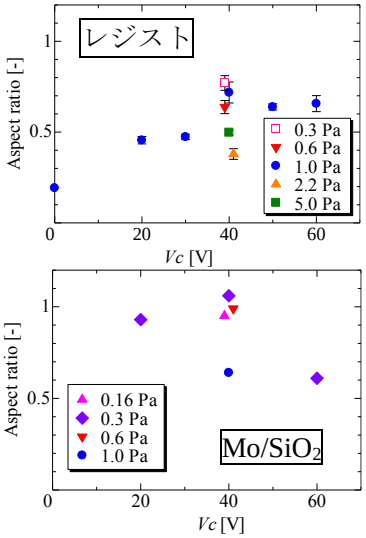

図 1. 各条件でのアスペクト比

[1] Honda, *et al*. IEEE Trans. Electron Dev. **63** pp. 2182 (2016)
[2] Nakano, *et al*. Jpn. J. Appl. Phys **53** 028001 (2014)

© 2017年 応用物理学会