

スピント型エミッタ用陰極の作製と膜の内部応力の評価

薄膜・表面物性研究室 谷口 日向
S131088 Hyuga TANIGUCHI

背景と目的

スピント型エミッタは、電界放出型の電子エミッタの一種であり、ディスプレイや高感度撮像デバイスへの応用が期待されている。従来の真空蒸着法では、膜に生じる応力を緩和するため、基板温度を上げる必要があった。また、基板と垂直に粒子を入射させるため、蒸発源と基板との距離を離さなければならず、大面積化が困難であった。本研究では、基板温度を上げる必要がなく、大面積化が可能である大電力パルススパッタ法を用いたエミッタ作製を試みた。

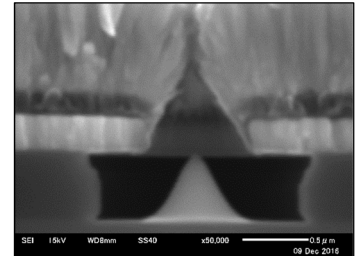


図 1 本研究で作製したエミッタ用陰極

実験方法

微小ホールのある空いたキャビティ構造を持つ Si 基板上に、大電力パルススパッタ装置を用いて Mo を製膜した。また、装置には電圧印加によりプラズマ電位を制御可能となるキャップ電極を設けた。製膜条件は、雰囲気ガス Ar, パルス周波数 200 Hz, duty 比 5%, ターゲット印加電力 100 W, T-S 距離 72.5 mm で固定し、製膜圧力 0.3 ~ 1.0 Pa, キャップ電位 20 ~ 60 V とした。また、ホールの深さが等しく、穴の大きさが異なるキャビティ構造を準備し、エミッタ形状の違いについて調べた。作製した試料は SEM (走査電子顕微鏡) を用いて観察し、画像からアスペクト比 (半値高さ / 半値全幅) を算出して評価した。また、並行して製膜した Si 基板上 Mo 膜の結晶面間隔を XRD を用いて測定し、そのひずみから各条件における内部応力の算出を行った。

結果および考察

図 2 はキャップ電位 40 V、製膜圧力 0.3 Pa の場合にホール径を変えて製膜を行った結果である。ホール径が大きいほどアスペクト比が大きくなるのが分かる。これは、ホール径が大きいほど、キャビティは相対的に浅くなるので、時間の経過とともに錐が成長し、ホールが閉塞していくプロセスにおいて、斜め入射する粒子が錐の先端部分に到達しやすくなるからと考えられる。また、等しいホール径では、キャップ電位 40 V でアスペクト比が最大となった。図 3 は、製膜圧力 0.3 Pa の場合にキャップ電位を変更して製膜を行った Si 基板上 Mo 膜の内部応力の計算値である。キャップ電位 40 V の場合に、圧縮応力が最大となった。これは、スパッタ粒子のエネルギー上昇により、40 V までは膜が密になって圧縮応力が増加するが、60 V では塑性流動が生じ、ホールがさらに塞がりやすくなるとともに圧縮応力が緩和されたからと考えられる。

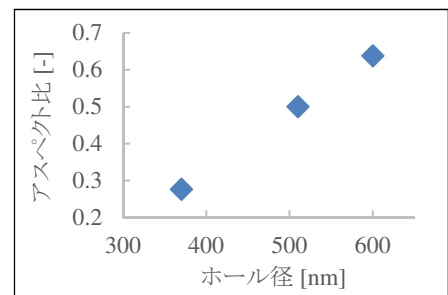


図 2 ホール径とアスペクト比の関係

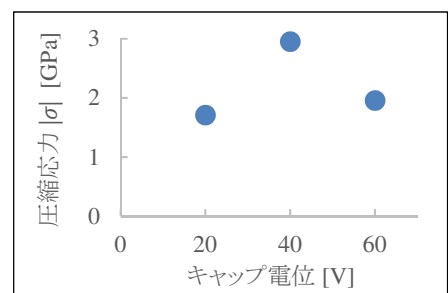


図 3 キャップ電位と内部応力の関係