

マグネトロンスパッタに適用できる 多層膜ミラーの周期長分布制御機構の開発

Thickness Distribution Control in Magnetron Sputtering Apparatus

東北大多元研 ○(M1)金子 明誉, 豊田 光紀, 高田 昌樹

IMRAM, Tohoku Univ., Akinori Kaneko, Mitsunori Toyoda, Masaki Takata

E-mail: nekoka@mail.tagen.tohoku.ac.jp

極紫外(EUV)用の Schwarzschild 対物ミラーでは、光学系を構成する多層膜凹凸面ミラー上の動径座標に依存して光線の入射角が変化する。このため、動作波長において高スループットを得るには、多層膜ミラーの周期長を入射角の変化に応じ制御し、ミラー全面で Bragg 反射をおこす必要がある(周期長分布制御)。本研究では、ミラー基板が自転・公転運動を行うマグネトロンスパッタリング装置に適用可能な、多層膜ミラーの周期長分布制御機構を開発した。

イオンビームスパッタリング装置用の先行例[1]を参考に開発した、制御機構を Fig.1 に示す。Schwarzschild 対物ミラーに必要な回転対称な周期長分布を得るため、ミラー基板は成膜装置内で自転及び公転運動を行う。また、スパッタターゲットと基板間には遮蔽板を配置した。位置 A に基板がある場合ミラー全面に成膜されるが、位置 B ではミラー外周部のみに成膜される。このため、位置 B の滞在時間を増やすように公転速度 $V(\theta)$ を制御すれば、外周部の周期長が大きいミラーを作製できる。制御機構は多元研技術室と共同で開発し、マグネトロンスパッタ装置(アネルバ SPL-500)に組み込んだ。制御機構の評価のため、異なる周期長分布を持つ Mo/Si 多層膜ミラー(Tab.1)を作製した。基板の公転運動は、Fig.1 の配置を基に解析的に速度関数 $V(\theta)$ を求め、公転軸のモータを駆動することで制御した。成膜後 X 線小角散乱により周期長のミラー面内分布を計測した(Fig.2)。分布制御をしない(等速公転運動: 黒シンボル)場合、周期長は 2 次関数的に変化し最外周で 2.2% 減少した。この結果を基に速度関数を決定し、面内均一な周期長分布(赤シンボル)、および、曲面ミラーに必要な 2 次関数的分布(青シンボル)の試料を作製した。Fig.2 に示すように、開発した制御機構により、何れの場合も 0.1% の厚さ精度で周期長を制御できることが明らかになった。

参考文献：

[1] 原田哲男 他, 第 24 回応物学会春季講演会予稿集, 28a-ZM-1 (2008).

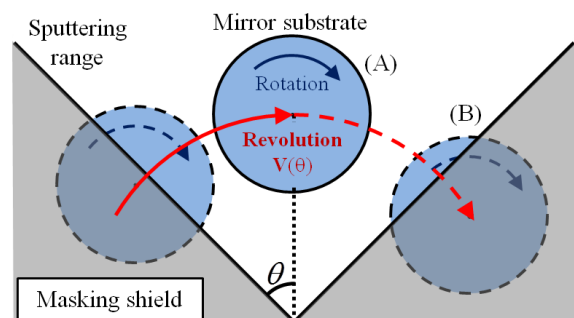


Fig.1 Schematic diagram of the thickness distribution control mechanism

Tab.1 Design values for Mo/Si multilayer mirror

Period at mirror center	6.92[nm]
Mirror diameter	75[mm]
Quadratic coefficient : C_2	0.00[%] 2.00[%]
Substrate rotation speed	100[RPM]

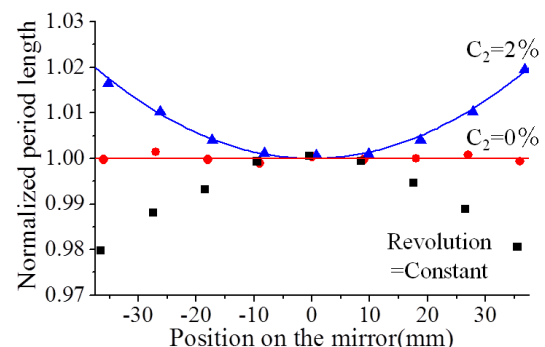


Fig.2 Measured period length distribution.

Vertical axis is normalized to the value at mirror center.