

## プロセスパラメータの $\beta$ -W 成膜への影響 The effect of plasma process parameters on beta-W thin film synthesis

山中 智貴<sup>1</sup>, リ ハンテ<sup>1</sup>, 伊庭野 健造<sup>1</sup>, 上田 良夫<sup>1</sup>  
T. Yamanaka<sup>1</sup>, H. T. Lee<sup>1</sup>, K. Imano<sup>1</sup>, Y. Ueda<sup>1</sup>

1.大阪大学大学院工学研究科

1. Graduate School of Engineering, Osaka University

### 1. はじめに

バルク形態のタングステン(W)は安定な bcc 構造をもつ  $\alpha$ -W を示す。一方、プラズマ成膜によって成膜される A-15 構造(W<sub>3</sub>W)の  $\beta$ -W が存在する。 $\beta$ -W は巨大なスピンホール効果を持ち、スピントロニクスデバイスの候補材として有望視される。しかし、プラズマ成膜中での  $\beta$ -W 合成のメカニズムの詳細は明らかになっていない。本研究では入射される W と Ar 粒子の運動エネルギーと角度分布が、 $\beta$ -W の構造及び  $\beta$ -W と  $\alpha$ -W の相転移に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

### 2. 実験方法

DC マグネトロンスパッタリング装置を用いて Si 基板の上に 10-100 nm の W 薄膜を作成した。その際、平均自由行程が変わることによる粒子の衝突の影響、W と Ar 粒子のエネルギーと角度分布が及ぼす影響を調べるために Ar 圧力と W ターゲットと Si 基板の距離を変化させて成膜を行った。薄膜の結晶構造について X 線回折法(XRD)、膜厚や密度について X 線反射率法(XRR)を用いて評価した。

### 3. 実験結果及び考察

図 1 にターゲット基板間距離を変化させた際の Deposition rate と XRD 測定結果を示す。図 1 より、ターゲット基板間距離が増加すると Deposition rate が減少することが分かった。また、Deposition rate が約 0.26-0.3 nm/s 以下の範囲で  $\beta$ -W と  $\alpha$ -W の相転移が起こることが確認できた。

図 2 に Ar 圧力を変化させた際の Deposition rate と XRD 測定結果を示す。図 2 より、Ar 圧力が増加すると Deposition rate が減少することが分かった。P = 21.3 mTorr では  $\alpha$ -W と  $\beta$ -W の構造の試料が成膜された。この際の Deposition rate は  $\beta$ -W と  $\alpha$ -W の相転移が起きる領域とよく一致する。また、XRD 結果に着目すると P = 21.3 mTorr に比べ、P = 2.13 mTorr のピークの位置が左側にシフトしていることが確認でき、こ

れは薄膜内部に生じた圧縮応力の影響であると考えられる。

Deposition rate の変化はフラックスや中性粒子のエネルギー分布の変化を意味し、ターゲットから反射された Ar 粒子やスパッタされた W 中性粒子のエネルギー分布が W 薄膜の構造に影響を与えると考えられる。

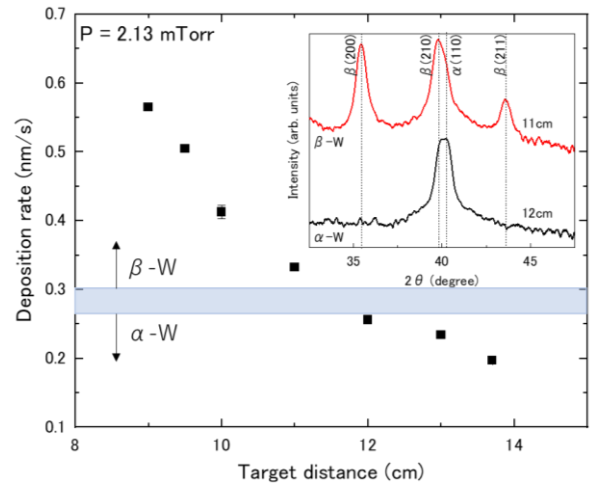


Fig.1 Dependence of deposition rate on the distance between target and substrate

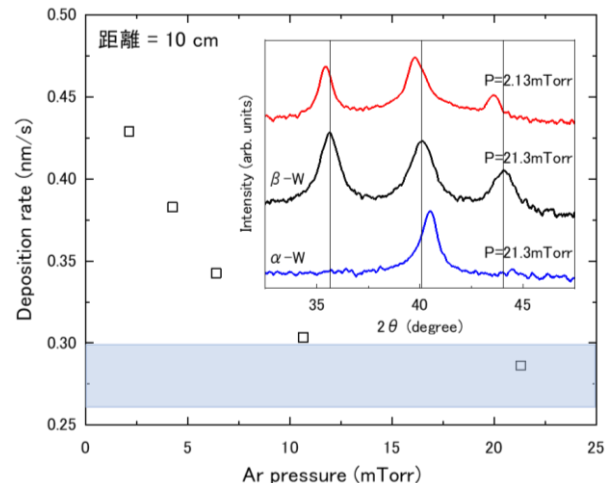


Fig.2 Dependence of deposition rate on Ar pressure and XRD results

### 4. まとめ

Ar 圧力と基板-W ターゲット間の距離を変化させることで  $\beta$ -W と  $\alpha$ -W の相転移を制御できることがわかった。