

## 高真空平板マグネトロン放電の二つのモードと動画観測

Animation observation of the Two Discharge Modes on High-Vacuum Planar Magnetron Sputtering

○大野 貴弘\*<sup>1</sup> 伊藤 勝利\*<sup>1</sup> 宇原 祥夫\*<sup>1</sup> 三浦 勉\*<sup>1</sup> 斉藤 茂\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京理科大学工学部電気工学科

○Takahiro OHNO\*<sup>1</sup>, Masatoshi ITOH\*<sup>1</sup>, Yoshio UHARA\*<sup>1</sup>, Tsutomu MIURA\*<sup>1</sup>, Shigeru SAITO\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo University of Science

### 1. はじめに

高真空平板マグネトロンスパッタが USLI 配線技術における Cu 埋め込みに有効であることが明らかになっている。それはスパッタされた Cu 原子の直線性が良いことに起因している。しかし、従来の高真空平板マグネトロンスパッタでは deposition rate(r)が低いため埋め込みには時間を要している。

われわれは垂下特性をもつ直流電源を用いて圧力 - 放電電流特性を測定したところ図 1 のようなヒステリシス特性を観測した。そして、 $5 \times 10^{-2} \text{Pa}$  では従来の高真空放電モード(a 点)のほかに、新しいモード(b 点)も存在することが判明した。

この新しいモードの r は従来のものの数十倍であると考えられる。そしてこれらの特徴を知るために放電の様子を動画撮影したので発表する。

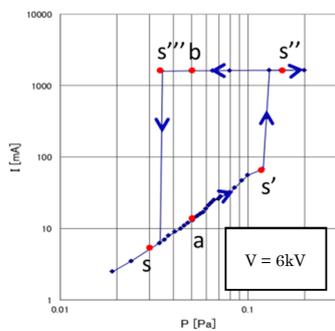


Fig. 1 Variation of sputter discharge current with pressure.

### 2. 実験方法

Cu ターゲットの大きさは直径  $\phi 120 \text{mm}$ 、厚さ  $4 \text{mm}$  である。スパッタによるエロージョン半径は  $28 \text{mm}$  で、そこでの磁束(最大) $B = 0.4 \text{T}$  であった。高真空平板マグネトロンスパッタ装置は油拡散ポンプで排気された。到達圧力は  $1 \times 10^{-4} \text{Pa}$  であり、垂下特性をもつ直流電源(開放電圧:  $5 \text{kV}$ , 短絡電流:  $1.7 \text{A}$ , 出力  $1.4 \text{kV}$  時電流:  $1 \text{A}$ )を用いた。

圧力 - 放電電流特性の測定および動画撮影の手順は  $s \rightarrow s' \rightarrow s'' \rightarrow s'''$ (図 1)である。ここで  $s \rightarrow s'$  のターゲット電圧  $V = 6 \text{kV}$ 、 $s'' \rightarrow s'''$  のターゲット電圧  $V = 0.18 \text{kV}$  であった。動画観測としては、真空中でターゲット斜め上方に鏡を取り付け、反射を利用して真空装置外部(大気中)から観測した。撮影には iPhone(5s)のカメラを用いた。

### 3. 結果と考察

a、b 点( $P = 5 \times 10^{-2} \text{Pa}$ )でのターゲット電圧・放電電流を表 1 にまとめた。また、これらの点での動画写真を図 2 に示す。放電電流の大きさから、b 点の r は a 点よりも数十倍となっていると考えられる。

a 点は従来の高真空平板マグネトロンスパッタにおける NSC モード(negative space charge dominated mode)である。ターゲットと垂直方向に厚みがあるように見える。

b 点は PSC モード(positive space charge dominated mode)であると考えられる。ターゲット表面で放電しているように見える。

Table. 1 Voltage and Discharge current

P = 0.05Pa	Point a	Point b
V [kV]	13	0.18
I [mA]	6	1600



(a) Point a (b) Point b

Fig. 2 Plasma observation