同軸型真空アーク蒸着源*

茶谷原昭義・全野 由明・坪内 信輝
堀野 裕治・木野村 淳・藤井 兼栄

(受理1996年12月1日, 掲載決定1997年1月11日)

Coaxial Evaporation Source Using Vacuum Arc Discharge

Akiyoshi CHAYAHARA, Yoshiaki MOKUNO, Nobuteru TSUBOUCHI,
Yuji HORINO, Atsushi KINOMURA and Kanenaga FUJII

(Osaka National Research Institute, AIST, 1-8-31, Midorigaoka, Ikeda, Osaka)

(Received December 1, 1996, Accepted January 11, 1997)

1. はじめに

超高真空中で動作可能な放電ガスを用いない方式の金属イオン源が高純度プロセス用として要求されている。我々は最近注目されている真空アーク放電を利用するイオン源の試作を検討している。真空アーク放電を用いたイオン源ではアーク部において発生する液滴による下流の汚染等が問題となっており、磁場を利用したフィルターを用いて液滴をトラップする方法などが報告されている¹⁾。これに対し、我々は液滴が下流に及ばない電極構造を検討した。本報告ではアーク放電部のみを作製し、薄膜堆積実験を行い、混入不純物等の蒸着源としての特性を評価した。抵抗加熱や電子ビームを用いる熔融した蒸着源と比較すると、輻射熱により基材が加熱されない、高融点金属の蒸着が容易、蒸着方向が任意、周辺からの脱ガスが少ない、予備加熱が不要、小電力等の特徴がある。また、高周波スパッタのようなアルゴン等の取り込みがなく、パルス動作なので多元化すればシャッター等を用いないで多層構造を形成できる。先行する同様の報告があるが²⁾、プラズマガン構造を利用していること、およびパルス動作であることが異なり、構造も簡単である。

2. 実 験

作製した蒸着源の概略を Fig. 1 に示し、動作方法を以下に述べる。①トリガ電極とカソードとの間に高電圧パルスを加えてトリガ放電を起こす。実験ではエアギャップを用いている。②次にカソードスポットと円筒状のアノードの間で主放電が始まる。カソードスポットからカソード構成元素が蒸発するとともに液滴も発生するが、これは主に対向するアノード内面に付着する。③放電によって生じたイオンは電極構造が同軸型のプラズマガンになっているので、カソードを軸方向に流れる大電流により発生する中心導体を取り囲む磁界により右方向に加速され、基板上に堆積する。コイル等による外部磁場は使用していない。通常の真空アーク蒸着と異なりアークは持続させず、連続してトリガを加えてパルス動作させる。

真空度 10^{-7} Torr 前半にて、カソードとして直径8 mmφの鉄および炭素をもちい、下流に配置した基板上に堆積させた薄膜を、SEMを用いて表面観察し、ラザフォード後方散乱法(RBS)及び粒子励起X線分光法(PIXE)を用いて混入不純物等を評価した。

鉄膜の場合、X線回折を用いて結晶性を、炭素膜ではラマン散乱にて構造を検討した。

3. 結 果

鉄カソードを用いて従来のようにカソード前面でアー

* 平成8年11月1日 第37回真空に関する連合講演会で講演
大阪工業技術研究所 (〒563 大阪府池田市緑丘 1-8-31)

Fig. 1 Coaxial type evaporation source using pulse vacuum arc discharge.

Fig. 2 Arc voltage wave shape with Fe cathode.

ク放電を起こすと、SEM 観察で基板上には数 μm 以上の粒子が見られたが、今回作製した電極構造を用い、カソード側面で放電させるとこの様な粒子はみられなかった。本蒸着源の動作特性として供給電圧・電流のパルス波形、基板に到達するイオン電流について測定したので以下に述べる。

カソードーアノード間の放電時の電圧変化を Fig. 2 に示す。また、Fig. 3 は電圧変化から計算された電流波形である。Fig. 4 は基板電流の一例である。これは種々の形状をとるが、積分値である電荷量は $\pm 10\%$ 以内で一定である。1 パルス当たりの堆積膜厚はこの電荷量に比例すると思われるので、堆積膜厚はパルス数で制御できる。膜厚分布を Fig. 5 に示す。中心で最大となり、時間平均の堆積速度は 0.1 nm/パルス (1 パルス/sec) となった。Fig. 6 にカプトンフィルム上に室温で堆積させた

Fig. 3 Arc current with Fe cathode.

Fig. 4 Current through the substrate holder (Fe cathode).

Fig. 5 Thickness distribution of the Fe film.

Fig. 6 X-ray diffraction spectrum from the Fe film.

鉄薄膜のX線回折スペクトルを示す。(110)配向した α -Feが形成されていることがわかる。堆積した鉄薄膜は原料のカソードと同じ不純物SiのみがPIXE測定により検出された。

次に炭素ターゲットを用いてSiウェハース上に堆積させた炭素薄膜のラマンスペクトルをFig. 7に示す。非晶質状の薄膜であることがこの図からわかる。(1000 cm^{-1} 付近のピークは基板からのものである。) 原理的に水素を含まない炭素薄膜が作製できる。硬度測定は今後行う予定である。

4. ま と め

真空アーク放電を用いたパルス蒸着源の動作特性と薄

Fig. 7 Raman spectrum from a carbon film deposited using arc discharge.

膜堆積に使用できることを、鉄および炭素薄膜の室温での堆積によって示した。今後、この蒸着源の特徴が顕著であるタングステン等の高融点金属薄膜を作製し、評価する予定である。

〔文 献〕

- 1) J. Vyskocil and J. Musil: J. Vac. Sci. Technol. A10 (1990) 1740.
- 2) 公開特許公報 平 4-45262