全アルミニウム合金製小型スパッタ装置の 超高真空特性

山川 洋幸*

(昭和63年5月31日 受理)

Ultra-High Vacuum Property of All Aluminum Alloy Equipment for Sputtering Deposition

Hiroyuki YAMAKAWA

(ULVAC JAPAN Ltd., 2500 Hagisono, Chigasaki, Kanagawa 253, JAPAN)

(Received May 31, 1988)

An all aluminum alloy equipment has been developed for a sputtering deposition of high quality thin films. The equipment is consist of an aluminum alloy sputter chamber with TiN coating, an aluminum alloy cryopump and an oil-free roughing pump system. It is interesting to investigate a pumping behavior and an ultra-high vacuum property of the equipment. The pressure in the sputter chamber could be lowered to 1.3×10^{-8} Pa (9.7×10^{-11} Torr) after a bakeout of $130^\circ\text{C} \times 46$ hours.

1. はじめに

不純物の少ない高品質の薄膜作成を行うための全アルミニウム合金製小型スパッタ装置 (MPS-254) を開発した¹⁾。本スパッタ装置の概略を Fig. 1 に示す。スパッタ室は、内径310 mm×長さ245 mmの円筒形をしたアルミニウム合金 (A6063) 製である。内面には、TiNコーティングがほどこされている。さらに、スパッタ室内には、TiNコーティングしたアルミニウム合金製液体窒素シュラウドが設置されている。

排気系は、アルミニウム合金製クライオポンプ (アルゴン排気速度可変型¹⁾) を主ポンプとし、粗引きポンプとしてソーブションポンプとダイアフラムポンプ (DAT-50D: 真空機工(株)製) で構成されている。これらのポンプは、全くのオイルフリーポンプである。

この① TiNコーティングを行ったアルミニウム合金製スパッタ室、②アルミニウム合金製クライオポンプ、および③ソーブションポンプ・ダイアフラムポンプのオイルフリー粗引き系という新しい三つの特長を持ったシ

ステムの真空排気特性がどのようになるかは、大変興味深いところである。ここでは、このシステム、すなわち全アルミニウム合金製小型スパッタ装置 (MPS-254) の超高真空特性について述べる。

Fig. 1 A schematic diagram of all aluminum alloy equipment for sputtering deposition (MPS-254).

* 日本真空技術株式会社 (茅ヶ崎市萩園2500)

Fig. 2 A pumping down curve of the all aluminum alloy equipment for sputtering deposition (MPS-254).

2. 超高真空特性

はじめに、ダイアフラムポンプのかわりに、ルーツポンプ+油回転ポンプを用いて、スパッタ室の粗引きやソーブションポンプの再生を行った場合の排気曲線をFig. 2に示す。これは、ダイアフラムポンプの到達圧力が 3.3×10^3 Pa (25 Torr) であるため、このポンプの排気後、スパッタ室内やソーブションポンプ内に、ヘリウムが多量に残留する可能性をおそれたためである。すなわち、次に使用するソーブションポンプにおいてもクライオポンプにおいても、ヘリウムに対する排気能力は、他の気体に対するものに比べて劣るからである。

Fig. 2の排気曲線の測定手順は、次のとおりである。まず、ソーブションポンプを再生し、その再生済のソーブションポンプを使用して、クライオポンプを70°Cに加熱しながら再生をした。これらの準備終了後、一度排気を行ったスパッタ室に、気温21°C、湿度41%の空気を導入し、約22時間放置した後、ルーツポンプ+油回転ポンプとソーブションポンプを順々に使用して、粗引きを行った。さらに、アルミニウム合金製クライオポンプに切換えて、 10^{-6} Pa台の圧力まで排気した後、スパッタ室を130°C、22時間のベークアウトした。その後約24時間で、 8×10^{-8} Pa (6×10^{-10} Torr)の圧力まで低下し

Fig. 3 A pumping down curves of residual gas components measured simultaneously with the pumping down curve shown in Fig. 2.

た。さらに、スパッタ室中の液体窒素シュラウドに液体窒素を導入すると、 1.2×10^{-8} (9×10^{-11} Torr)の超高真空が得られた。なお、これらの圧力は、電離真空計(WIN: 日本真空技術(株)製)で測定した。

Fig. 3は、Fig. 2に示した排気曲線測定と同時に測定した主な残留気体成分の時間変化を示す。ベークアウト前は、 $M/e=18$ (H_2O)が主成分である。ベークアウト後、さらに、液体窒素シュラウドに液体窒素を導入した後、急激に、この $M/e=18$ (H_2O)成分は低下する。 1.2×10^{-8} Paの圧力では、その残留気体として、 $M/e=2$ (H_2)、 $M/e=28$ ($CO+N_2$)、 $M/e=18$ (H_2O)の成分の順となる (Fig. 3参照)。また、ベークアウトを行う前は、 $M/e=32$ (O_2)も観測されているが、ベークアウト後、急激に減少して観測限界以下となった。

次に、本来のダイアフラムポンプを使用して、排気を行った。ルーツポンプ+油回転ポンプの場合と同様に、まずダイアフラムポンプを用いて、ソーブションポンプを再生し、さらにそのソーブションポンプで、クライオポンプを加熱しながら再生した。その後、スパッタ室をダイアフラムポンプ、ソーブションポンプの順で粗引きを行い、クライオポンプでの排気に切換えた。ただし、この場合、スパッタ室内にヘリウムを残留させないことを目的として、ドライ窒素によるハージを、ダイアフラ

Table 1 Pumping behavior of the all aluminum alloy equipment for sputtering deposition (MPS-254)

roughing pump	sorption pump + roots pump + rotary pump	sorption pump + diaphragm pump
pumping start	21°C, 41%RH 1 atm air in sputter chamber (22 hrs)	1 atm air in sputter chamber (a few days)
dry N ₂ purge	×	○
cryopump regeneration	○ (70°C)	○ (70°C)
bakeout	130°C×22 hrs	130°C×46 hrs
pressure after 24 hrs from end of bakeout	8×10^{-8} Pa (6×10^{-10} Torr)	7.7×10^{-8} Pa (5.8×10^{-10} Torr)
final pressure	1.2×10^{-8} Pa (9×10^{-11} Torr)	1.3×10^{-8} Pa (9.7×10^{-11} Torr)

ムポンプによる粗引きの前に行った。

クライオポンプでの排気に切換えた後、130°C、約46時間のベークアウトを行った。それを終了してから24時間後に、 7.7×10^{-8} Pa (5.8×10^{-10} Torr) の圧力になり、さらに、液体窒素を導入して、 1.3×10^{-8} Pa (9.7×10^{-11} Torr) の圧力まで低下した。この圧力は、前に述べたルーツポンプ+油回転ポンプを使用した場合とほぼ同じである。両者の比較を、Table 1 に示す。

このように、ダイアフラムポンプとソーブションポンプの完全ドライ粗引き系を使用しても、高性能な超高真空特性を得ることができることが確認できた。

3. ま と め

① TiN コーティングのアルミニウム合金製スパッタ室、②アルミニウム合金製クライオポンプ、③完全オイルフリー粗引き系という新しい三つの特長を持った全アルミニウム合金製小型スパッタ装置 (MPS-254) の排気特性を調べた。その結果、130°C、約46時間という低

温でのベークアウトで、 1.3×10^{-8} Pa (9.7×10^{-11} Torr) まで圧力を下げることができ、超高真空特性を示すことができた。現在、この全アルミニウム合金製小型スパッタ装置 (MPS-254) や同じ特長を持って開発された3ターゲットアルミニウム合金製スパッタ装置で、高品質のアルミニウム²⁾やニオブ薄膜³⁾の作成が実現されている。

〔文 献〕

- 1) 山川洋幸, 由井和雄, 清田哲司, 廣野征陵, 佐々木隆之助, 平田招佑, 君島文雄, 小宮宗治: 真空 28 (1985) 406.
- 2) 柴田 直, 桑原英司, 大見忠弘, 斎藤達之, 清田哲司: 超 LSI ウルトラクリーンテクノロジーシンポジウム予稿集 No. 4 (半導体基盤技術研究会, 1987) p. 181.
- 3) 楊錫 良, 清田哲司, 山川洋幸, 太田 浩: 第34回応用物理学関係連合講演会予稿集, 1 (1987) 57. (28p-2N-12).