JT-60 その場コーティング技術の検討 (Ⅲ)*

—小型コーティング機構の試作—

広木成治**・阿部哲也**・稲川幸之助***

小原建治郎**・中村和幸**・村上義夫**

(昭和58年12月16日 受理)

Studies on in-situ Coating Techniques for JT-60 (III)*
—Fabrication and Testing of Small-sized in-situ Coating Apparatus—Seiji HIROKI**, Tetsuya ABE**, Kōnosuke INAGAWA***,
Kenjiro OBARA**, Kazuyuki NAKAMURA**
and Yoshio MURAKAMI**

(**Japan Atomic Energy Research Institute, Naka, Ibaraki)

(***)On leave from Institute for Super Materials, ULVAC Corp.,
Toyosato, Tsukuba, Ibaraki)

(Received December 16, 1983)

1. はじめに

原研で建設を進めている臨界プラズマ試験装置 JT-60 の真空容器第一壁には、不純物対策の一環として炭化チタン (TiC) を被覆 (コーティング) することが決定している。コーティング方法としては、プレコーティングと、その場コーティングとがある¹⁾。JT-60 におけるその場コーティングは、プレコーティング膜の補修に用いる¹⁾。その場コーティングにおける TiC 膜の生成は、アセチレンガス雰囲気中でチタンを蒸発させ、第一壁面上で TiC を析出させる、いわゆる反応性蒸着法が最も適していることをすでに報告している²⁾。

その場コーティングの開発課題としては、まず大型チタン蒸発源の開発があり、電子ビーム法及び抵抗加熱法について検討を進めている。さらには、チタン蒸発源駆動機構の開発がある。今回、JT-60 その場コーティング装置の試作に先立ち、技術的問題点を明らかにし、実機

試作の資料を得るため小型コーティング機構を試作した。この装置の実験の目的としては以下の通りである

- (1) ワイヤ駆動方式の信頼性確認
- (2) 自動制御運転時の信頼性確認
- (3) 真空中、高温雰囲気 (最大 500°C) での動作確認

2. 試作装置の概略

JT-60 その場コーティングは、真空容器中心から約 10 m の高さにある 90° 間隔の 4 ケ所のポートから装置を挿入し、容器中心で長さ 2 m の腕を広げる。そして、チタン蒸発源を先端に搭載したこの腕を移動させ、第一壁のほぼ全面にチタン蒸気を供給する¹⁾。これらの概念的設計をもとに試作した、小型コーティング装置の駆動機構の概略を Fig. 1 に示す。駆動軸は、A 軸、T 軸、 θ 軸の 3 軸があり、A 軸は腕の前後方向の運動を、T 軸はチタン蒸発源部の腕に沿っての運動を、 θ 軸は腕の屈曲運動を示す。大気側では、直流モーターの回転力をチェーンベルトを介して回転導入機に伝え、真空中では歯車、タングステンワイヤ等で駆動力が伝達される。ワイヤ巻取り溝、腕のラックアンドピニオンギヤ部等には、焼付き

* 昭和58年11月1日 第24回真空に関する連合講演会で講演 (1Ba-3)

** 日本原子力研究所 (茨城県那珂郡那珂町)

*** 日本原子力研究所外来研究員 日本真空技術 (株) 超材料研究所
筑波研究所 (茨城県筑波郡豊里町東光台)

Fig. 1 Schematic view of small-sized in-situ coating apparatus.

防止に二硫化モリブデンの表面焼付け処理膜が施されている。また、各軸受部には銀カラーを使用し、特に高温となるチタン蒸発源摺動部には黒鉛カラーを使っており、真空中でベアリングは一切使用していない。チタン蒸発源部は、今回電子ビーム法を採用しており、120°間隔に電子銃及び歯ブラシ状チタン棒ユニットを配置している。制御部は、予め設定した各軸の駆動速度及び移動範囲にしたがって必要なパルス電圧を発生させ、直流モーターへ供給する。各軸の位置検出には、ポテンショメーターを使っている。試作した装置の概略仕様をまとめると、以下の通りである。

(1) 動作環境

圧力：大気圧～ 10^{-7} Pa

温度：最高500°C

(2) 運転モード

手動またはコンピューター制御による自動運転

(3) 各部の材質

SUS 304 及びインコネル 625, チタン蒸発源は一部タングステン及びモリブデン, ワイヤはタングステン燃線

(4) 各軸の往復運動の耐久性

真空中, 500°C雰囲気で1,000回以上

(5) 各軸の移動可能範囲

A 軸: 0 ~ 150 mm

T 軸: 0 ~ 30 mm

θ 軸: 70° ~ -90°

(6) チタン蒸発源部最大荷重

Fig. 2 Photograph of small-sized in-situ coating apparatus.

10kg

(7) チタン蒸発源部の電気的特性

電子ビーム出力：最大 5 kV, 0.5 A

ケーブル耐電圧：大気中で30 kV (直流)以上

Fig. 2 に駆動機構の写真を, Fig. 3 にチタン蒸発源部の写真を示す。

Fig. 4 に駆動機構を真空容器内に組み込んだ状態を示す。真空容器は SUS 304 製で500°Cベーキングが可能である。排気系には液体窒素トラップ付油拡散ポンプを用い、到達真空度は 1×10^{-6} Pa である。

3. 動作試験の経過

真空中にて動作させる前に、大気中で動作試験を行った。各軸とも最大移動範囲、移動速度を予めコンピューターに入力し自動運転とした。往復運動 1,021 回で A 軸用直流モーターの変換ギヤ部のかみ合いが悪くなり、モーターに過負荷がかかり自動停止した。かみ合い不良を生じないように、モーターの歯車支持部を片持ち式から両持ち式に改めた。

Fig. 3 Photograph of titanium evaporation source.

Fig. 4 Schematic diagram of small-sized in-situ coating apparatus in vacuum vessel.

4. ま と め

今後の課題として

- (1) 試作した小型コーティング機構の動作試験を通して得た技術的問題点、改良点をもとに、さらに信頼性の高い実機用チタン蒸発源駆動機構を試作する。
- (2) チタン蒸発源部への電力供給用高压導線 (10 kV, 200 A) の絶縁、巻取り方法を検討する。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、終始激励をいただいた小幡行雄核融合研究部長、苫米地顕大型トカマク開発部長、吉川充二同次長、ならびに磯康彦核融合研究センター所長に深く感謝の意を表したい。

〔文 献〕

- 1) 阿部, 稲川, 小原, 広木, 村上: 真空 **26** (1983) 488.
- 2) 稲川, 阿部, 小原, 広木, 村上: 真空 **26** (1983) 494.