

新型イオンプレーティング装置「球太郎」

Kyutaro : New Ionplating Equipment

キーワード

イオンプレーティング、コーティング、TiN、CrN、TiCN、多層膜、プラズマ電子銃、受託加工

産業装置部コーティング課

松波浩二

松倉則昭

杉沢 尋

1. はじめに

発売より5年、標準イオンプレーティング装置「太郎」(形式SS-2-8)は、ほとんど設計の変更なしで納入されてきて、多くのユーザから好評を得ている。簡単な操作で、安定した高品質が得られるとともに、トラブルが少ない装置は、真空装置を扱ったことのないユーザでもすぐに使うことができる。

必要な部分が目で見えること、目で見えないデータが、グラフで監視できること、真空装置の難所である回転の導入を、マグネットカップリング方式の採用で乗り越えたことなど、維持管理の容易さも性能安定化の重要なポイントである。

工具、金型、機械部品の製造ラインに取り入れられ、1台の設置でも役目を果たすことは、その信頼性の証拠であるし、受託加工業への納入比率が高いことは、プロ機としての性能を発揮できることを示している。

発売当初に比べて、コーティングの処理単価が、大幅に安くなっているように見られるが、同じユーザに増設の購入があり、治具の改良などの使いこなしにより、コストの低減ができるためと思われる。

もともと自動化は進められているが、コスト面では、なお人件費の要素が大きく、一人当りの処理量を多くするか、付加価値の大きな処理品を扱うよう、装置の大形化が望まれた。

昨年発売した「球太郎」(形式：SQ-3-8)は、この要求を満たすために開発されたもので、操作の内容を引き継いで、旋回式の上蓋による、低い位置でのワーク出し入れのため、処理容器を45°に二分した球形状の容器になった。

(図1 参照)

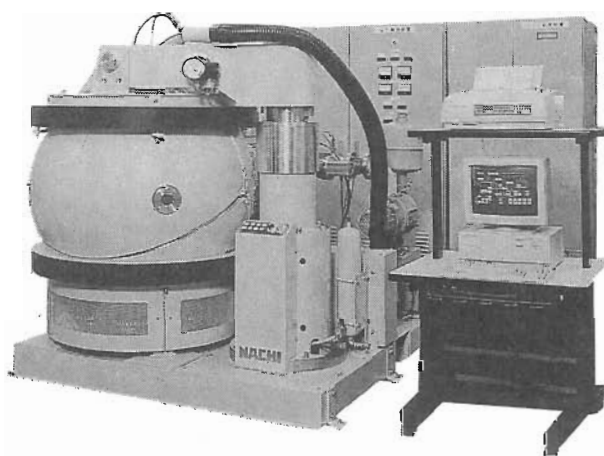


図1 球太郎の概観

2. 球太郎の特長

「太郎」の構成については前報されているが、「球太郎」はその多くを継承発展させた装置で、量産性、高級膜質、ライン化対応を指向している。

装置の最重要機器であるプラズマ電子銃は圧力勾配式で、磁力を使った2段のノズルが圧力堰をなしている。このため、スタートが容易でまた、製品からのガスのバックが少ないため消耗品が少なく、組み立ても容易である。

製品の加熱は、ヒータを使用しない電子照射方式で、装置の維持管理を容易にしました、吸着ガスの減少の面からも品質の向上につながる。電子照射による加熱が困難な製品については、プラズマの輻射による加熱も選択できる。

マグネットカップリング方式によりワーク主軸を回転し、治具外周にある小軸治具をキックして自転する構造は「太郎」と同様であるが、ワーク、治具とともにこのキックを装置外へ取り出せる構造としてワークの自動搬送に対応

している。

制御機器としては、運転の信頼性向上のため測定項目を増やし、操作しやすい装置を目指している。処理の状態がグラフで確認でき、条件の入力も一覧式にした。手動時機器の操作と自動操作のボタンをコンピュータに配置し、制御装置は操作に用いないため、電源装置同様に別置きしてい

る。(図1～4 参照)

体積として、約3倍になった処理ゾーンには、大形の処理品が入るようになり、冷却時間の占める比率が大きくなる。強制冷却手段として、内部循環ファンと、水冷コイルを採用した。これにより、ガスの封入状態での冷却時間を著しく短縮できた。(図5 参照)

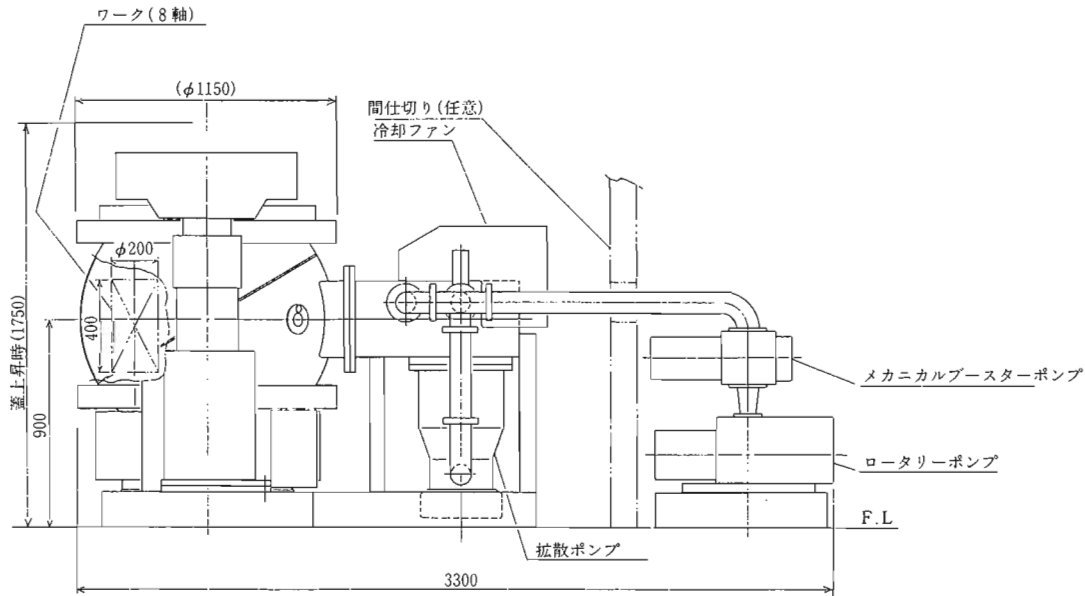


図2 球太郎の本体図

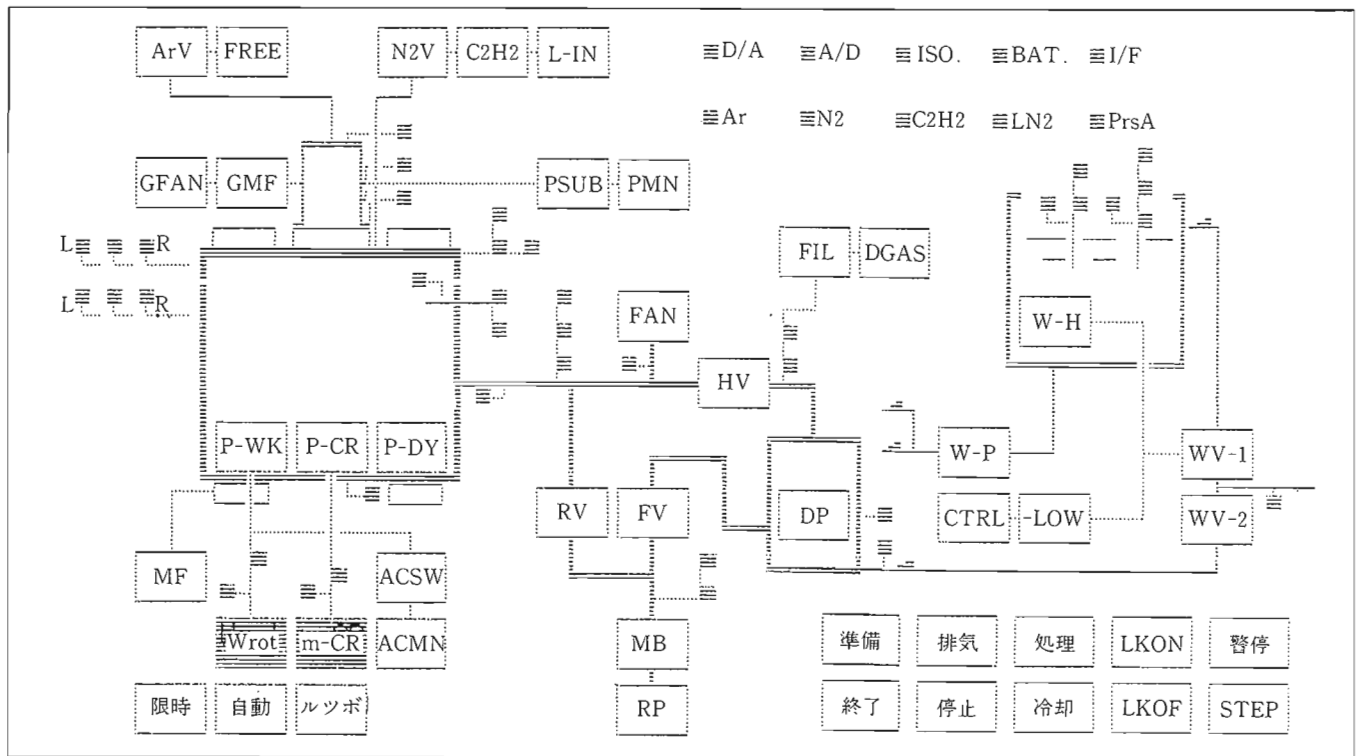


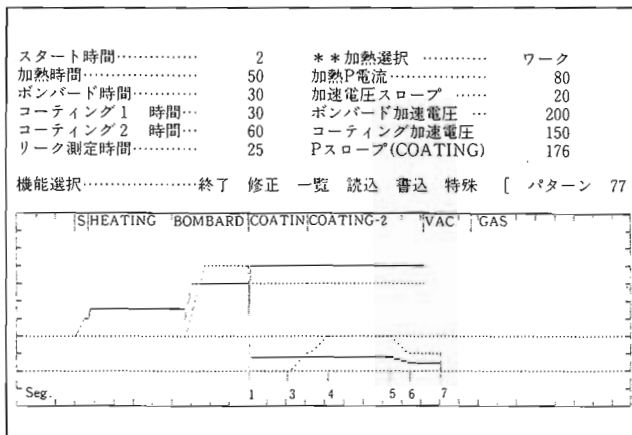
図3 機器監視画面

最近、TiN以外の新しい膜の要求が多くなっている。TiCN, CrNの膜は、用途によりその性能が従来のTiN膜に比べてかなりよいものがある。多層構造の膜は、コーティング工具として市場に出ているが、膜の構成内容は無限に変化できるものであり、装置製造の面からは、オプション対応することになる。

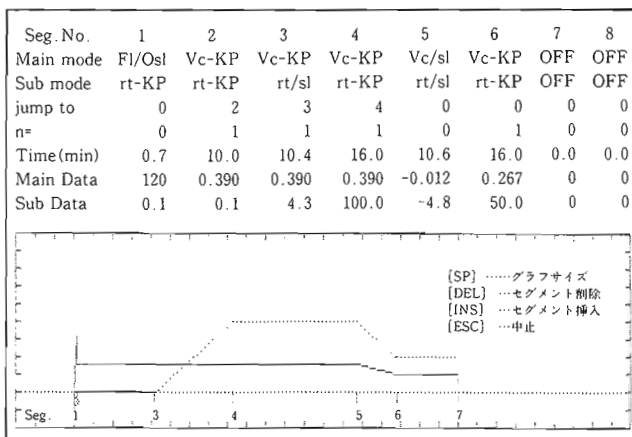
CrNの膜は特別な装置変更を必要としないが、TiCN多層膜は、反応ガスとしてN₂, C₂H₂を制御し、しかもその比率を時間的に変化させるものが要求される。この複雑なガスのコントロールを専用入力画面のグラフで確認しながら設定することができる。

(図4-(b)参照)

また、この条件の組み合わせをパターンとして登録し、登録されたものから呼び出すことで、毎回の複雑な設定を行なう必要がなく、設定ミスをも最小限に抑えることができる。(図4-(a)参照)



(a) 条件入力画面 1



(b) 条件入力画面 2

図 4

3. 球太郎の仕様

ここで「球太郎」の、オプションを含む仕様の概略を示す。

1) コーティング膜の性質

膜材質 ; TiNまたはCrN

TiCN (オプション)

膜厚さ ; TiN: 1~4 μm± 0.7 μm

CrN: 2~6 μm± 1.0 μm

膜硬さ ; 基準試片において

TiN: 1500Hv以上

CrN: 1300Hv以上

(50g:膜厚 3 μm)

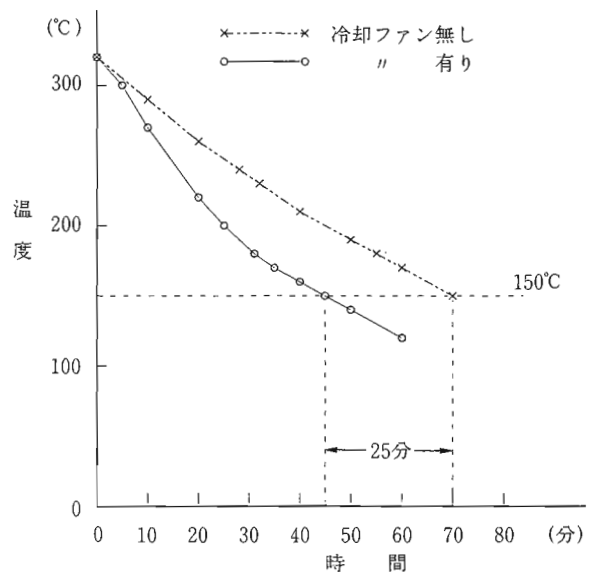


図 5 冷却ファンの効果

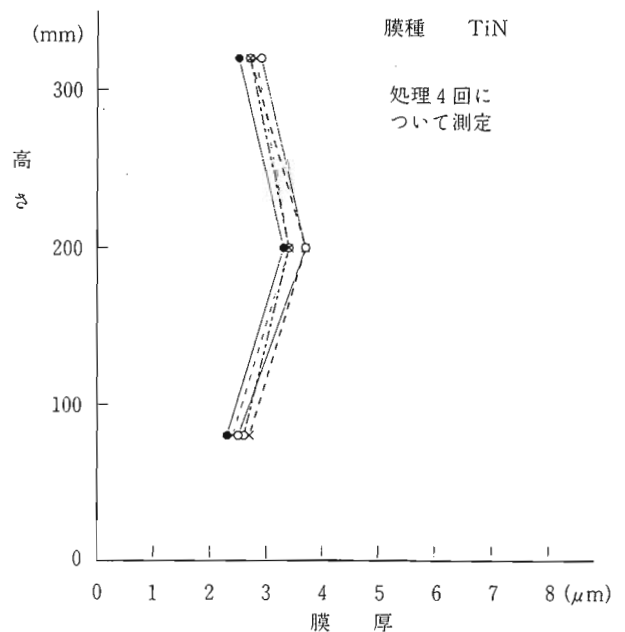


図 6 高さにおける膜厚の分布

密着強さ；基準試片においてスクラッチテスト

TiN：50N以上

〔*基準試片；高速度鋼，熱処理済試片〕

2) 処理量

回転軸数 8軸

各 φ200mm×400mm

耐荷重 最高 25kg/軸 (回転時)

最高 40kg/軸 (停止時)

参考 棒状物の処理量

φ6mm×100mm 670本

φ12mm×100mm 478本

φ12mm×160mm 318本

3) 処理動作

真空排気—加熱—イオンエッチング

—反応蒸着—真空冷却—リークチェック

—ガス冷却—データ処理

処理温度 400℃～500℃

処理時間 2.5～6時間

(ワーク装入から取り出しまで)

4) ユーティリティ仕様 (洗浄装置などを除く)

電力：200/220V

70kW 配線容量 225A

冷却水：20℃以下，1.0kg/cm²

最高 2000ℓ/時間

圧力空気：5kg/cm²

0.3Nm³/時間

反应用ガス：3kg/cm²

N₂；12～18ℓ/時間

プラズマ用ガス：Ar 3kg/cm²

4ℓ/時間

冷却用ガス：L-N₂ 3kg/cm²

600ℓ/チャージ

膜材金属：Ti 60～80g/チャージ

：Cr 80～100g/チャージ

5) 機器

本体容器 ステンレス製外部水冷球形容器

圧力勾配型プラズマ電子銃

電圧 Max 100V

電流 Max 300A

ルツボ 水冷式銅製 容量 700g

電源装置 構成 プラズマ主電源
プラズマ補助電源
集束コイル電源
イオン加速電源

電子銃集束電源

磁界制御用電磁コイル 上部，下部

磁気カップリング式ワーク回転軸 0.1kW

磁気カップリング式冷却ファン，冷却コイル

0.75kW

上蓋開閉機構 空圧 5kg/cm²

油拡散ポンプ 3.15kW

油回転ポンプ 3.7kW

メカニカルブースタ 0.75kW

温水槽 ヒータ 7kW×3点

ポンプ 0.75kW

温水分配管

ガスバルブ，レギュレータ

6) 制御装置，コンピュータボックス

計測データを画面表示し，チャージ終了毎に印字処理，

主要データは必要時，抽出印字可

取扱データ

真空 3点

電圧 電子銃，イオン

電流 電子銃，イオン，集束コイル

温度 装置，冷却水，拡散ポンプ

ガス流量 2点 (3点：オプション)

ルツボ高さ

限時タイマ機能

7) 特別追加機器 (オプション)

反応ガス2成分制御

2成分の時間的に変動する要素をプログラムして制御

(マスフローコントローラ C₂H₂)

無人処理運転・終了動作

1バッチを無人で行なうよう各種警報自動停止機能を付加するもので，一部は通常動作にも使用可。処理終了後は，立ち下げに入り，次回立ち上げ時に記録を回収する。次の機能を含む

異常放電防止機能；加速電圧による製品へのアークを防止

ステップ時間調整機能；真空，温度などのデータにより，一定限度ステップ時間を調整し，限度を超えた場合処理を中止

データ保持機能；コンピュータ画面などのデータを電源断中も保持。処理中の停電時にも使用可

ワークテーブル (開発中)

重量ワークを操作しやすいよう移動する容器内ターンテーブル

4. 長太郎について

さらに大型の処理品については、横軸の装置「長太郎」(形式：SL-6×12)が使用される。プラズマ電子銃を3式、容器側面に設置し、対応した位置に3ケのルツボとダミー極を設け、磁界でガイドされた放電により、標準装置と同様の処理形式で、安定した高品質を実現している。製品は、水平軸で回転しながら、軸方向に500mm程度の往復動をして、処理作用の均一化を図っている。加熱動作は、電子照射、放電放射、ヒータ放射から選択する。イオンによるエッチングがよく働き、良好な密着性が得られている。

(図7 参照)

この装置も、主要操作をコンピュータに集中し、表示機能の強化、バックアップシステムのため、同じコンピュータを2台使用している。ガスの制御は、プログラム動作で、TiCN複合膜の処理が行なえる。棒状長尺品、大径円盤品の処理に有効で、現在、ブローチ、ドリル、スリッタの生産に用いられている。

5. 受託加工サービス

併設受託加工は、長期、短期の請負加工を主体に、装置納入時の見本加工、生産立ち上げ支援をおこなっている。種々のパンチ、ダイ、機械部品の処理が増えており、膜質ではTiN, CrN, TiCN複合膜のニーズに対応している。CrNのコーティングでは、機械部品、転造型などの他、耐

食性を求められる用途に広がっている。

自動車部品の加工も徐々に拡大しており、納期、品質面の安定性が認められてきたものと思われる。

加工品の例

品名	寸法	膜種
射出成形機用スクリューヘッド	φ20~80	TiN
パンチ、ダイ、ピン	φ2~150	TiN
自動車用ポンプ部品	φ10	TiN
自動車用安全装置部品	φ4	TiN
自動車用クラッチ板	φ100	CrN
各種切削工具	φ0.1~300	TiCN, TiN
工業用注射針	φ0.5~	TiN
管材内面仕上げ工具	φ3~12	CrN
化繊押し出しノズル	φ50~150	CrN

最後に、「球太郎」により規定寸法以上のワークについて、トライした例を示す。

打ち抜き型 (片面) 2点/バッチ
 形状; 600×300×35 25kg
 ローラ外輪 (外周) 2点/バッチ
 形状; φ340×φ270×100 25kg

取り付け操作にやや難しい点はあったが、いずれも処理は可能であった。

文献

全自動イオンプレーティング装置 不二越技報, VOL47, No.1, 1991 (104号)

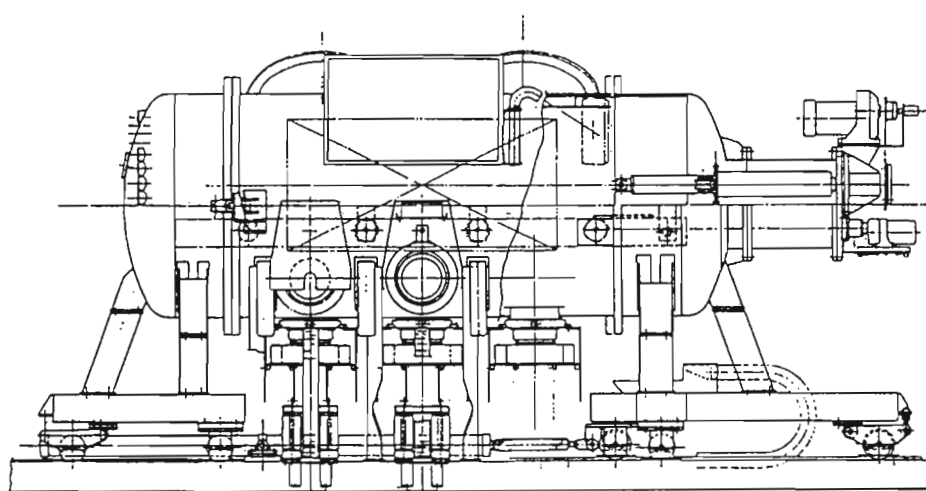


図7 長太郎本体図