

取扱説明書

卓上型 大気圧プラズマジェットテスト機

HPJ-DESKTOP

株式会社 アクア

安全にお使い頂くための注意事項

本装置は約 10 kV の高電圧を使用しています。

本装置は簡易タイプテスト装置のため、電極部の冷却機構を備えておりません。異常昇温による電極破損、それに伴う漏電、感電事故の危険があるため、連続使用は 60 秒以内、再使用は電極が十分に冷える時間を置いてご使用ください。

(冷却時間は窒素ガスを流した状態で 3 分以上、ガスを止めた状態で 10 分以上です)

処理対象物への熱及び電氣的ダメージは本装置でテストを行い、ご確認ください。処理対象物のプラズマ処理による破損については、損害の賠償、補償等の請求はお受けできませんので、ご了承お願いいたします。

使用方法を誤ると、作業者及び周囲の人々への危害及び財産への重大な損害を及ぼす可能性があります。

この説明書を熟読し、装置の操作方法、装置の動作、危険性を十分に把握したうえで、ご使用ください。

重大な事故に繋がる恐れがあるため、装置の操作を熟知した作業者以外の人に触れることが無い様に、指導、管理を徹底してください。

本装置は技術的機密性の高い装置であり、高電圧を使用する高精度な機器のため、絶対に分解しないでください。

プラズマ放電時の発光には、紫色の可視光の他に、強い紫外線を発しています。

プラズマ発光を直視すると、視力の低下、失明等の重大な障害を受ける可能性があるため、プラズマ照射部を裸眼で見ないように注意してください。

暗室で作業する場合は、紫外線防護用メガネを着用してテストを行ってください。

電装関連部には常時電圧がかかっている箇所及び、残留電荷が残っている可能性もあり、非常に危険です。絶対に分解及び配線等の変更を行わないでください。

プラズマ放電部は、直接触れなくとも、部品表面及び処理ガスや空気中を伝わり感電及び漏電を起す場合があります。絶対に手や体、工具や機材等部品を近づけない様にしてください。

本装置は窒素ガスを使用しますが、プラズマガスが周囲の空気中の酸素と反応し、オゾンが発生します。

長時間の使用は、無害の窒素ガスであっても、酸欠等危険な状態になる場合があります。密室での使用は避け、長時間使用する場合は十分な換気ができる場所でご使用ください

ジェット型電極の処理用ガスは窒素（N2）専用です。

ジェット型電極の処理用ガスとして、乾燥空気等、酸素を含むガスを流すと、大量のオゾンが発生し危険です。アルゴン、ヘリウム等のガスは漏電を起こしますので、絶対に使用しないでください。

また、窒素以外のガスでは、プラズマジェットはほとんど放出されません。

取扱説明書に明記されていない箇所については、お手を触れないようお願いいたします

装置の落下や大きな衝撃等を受けた場合、内部の破損により、漏電や感電を起す可能性があります。

正常な使用方法を行っても

- プラズマ照射及び放電音が聞こえない
- 異常な音を発している
- プラズマ照射口内部に白く強い発光が見られる
- 装置の落下や大きな衝撃等を受けた
- 安全ブレーカーが作動した
- その他何らかの破損、異常が心配される

等の場合は直ちに使用を中止し、アクアまでご連絡お願いいたします。

上記内容、その他不適切な使用にて、人身及び周辺の機材等に損害が発生した場合は、弊社への損害の賠償、補償等の請求はお受けできませんので、ご了承お願いいたします。

装置についてのご用命は

株式会社 アクア
TEL 0774-41-3880

営業担当 能
技術担当 吉井

1 装置仕様

電極種	ジェット型
プラズマ放電範囲	25mm(幅) × 1mm (スリット幅)
プラズマ放電距離	有効距離約 10mm (5mm 以内推奨)
処理用ガス種	窒素(N ₂)
処理用ガス必要量	20L/min 以上 接続部 φ6 ワンタッチ継手
処理対象	導電性素材、絶縁性素材 (耐熱 60℃以上、プラズマジェット排出圧に耐える素材)
電源	AC100V (アース付き 3 P 電源が必要です)
本体寸法	250mm (幅) × 250mm (奥行) × 約 235mm (高さ) *突起部を除く
本体重量	約 3.9 k g

ジェット型は窒素(N₂)専用設計です。 処理ガスとして乾燥空気等を流すと、プラズマジェットは発生せず、大量のオゾンが発生するため危険です。

また、アルゴン、ヘリウム等放電しやすいガスは、内部で漏電を起こし、電極が溶損するため絶対に使用しないでください。

2 各部名称



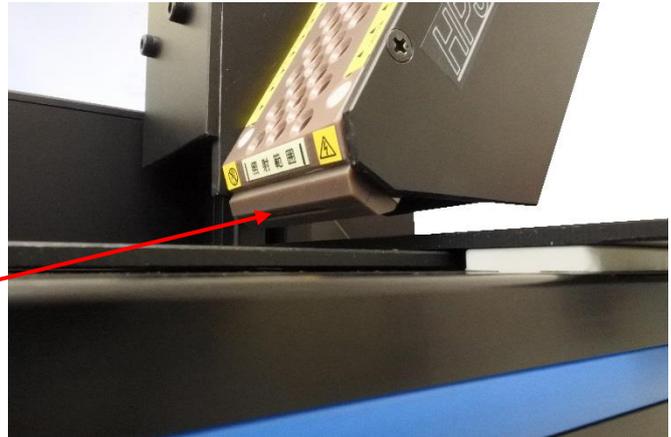
注意事項

- 内部プラズマ電極、高圧電源ユニットの冷却のため、装置各部に冷却通気穴を開けています。冷却通気穴内部には、高圧の電気が流れている部分がありますので、冷却通気穴内に異物が入らないよう注意してください。
- プラズマを発生させるために、内部で約 10kV の電圧を発生させています。絶縁安全距離を保って設計しておりますが、周囲の環境、本体の結露や汚れの蓄積、その他の条件により漏電、感電する可能性がありますので、感電危険ライン表示内に手や体、金属等の導電物を近づけないよう注意してください。

3 装置使用準備

- 1) プラズマ照射口に異物、汚れ等が無いが、確認してください。

プラズマ照射口



- 2) N2 ガス接続継ぎ手に窒素 (N2) が供給される外径 φ 6 チューブを接続してください。

本装置には、流量計は備えておりません。窒素ガス供給元にて、供給量の調整をお願いします。

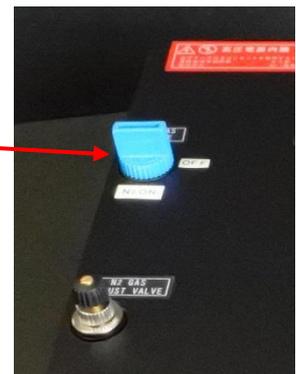
本装置の推奨窒素流量は **約 25L/min** です。

(窒素ガスの供給圧力 0.5Mpa 以下)



- 3) N2 ガスバルブを OFF (横位置) にします。窒素 (N2) を供給してください。

N2 ガスバルブ
OFF



窒素ガスの使用を厳守してください。

本装置で窒素以外のガスを使用することは、オゾン中毒や漏電、感電等の重大な事故、装置内の漏電や溶損に伴う発火、感電等の可能性があり、大変危険です。

4) 窒素(N₂)経路の脱気

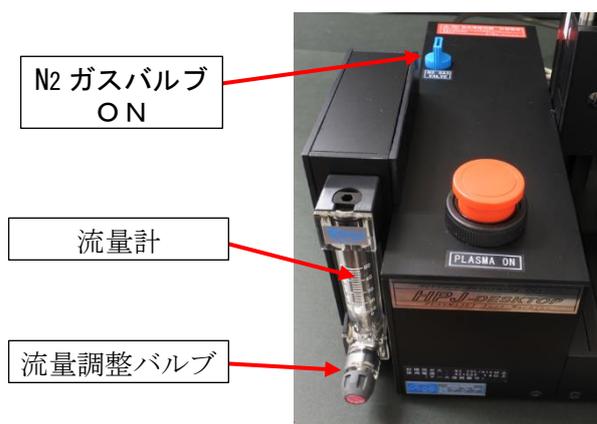
N₂ガスバルブをゆっくりとON(縦位置)にします。
チューブ、プラズマ電極内の空気を抜くため、
しばらく窒素(N₂)を放出してください。
流量調整バルブで窒素(N₂)の流量を調整してください。
標準流量は20L/minです。
N₂ガスバルブをOFF(横位置)にします。



N₂ガスバルブ
ON

流量調整バルブ

* オプションの流量計付きタイプ
流量調整バルブは流量計下部にあります。



N₂ガスバルブ
ON

流量計

流量調整バルブ

5) 電源コードを接続してください。

必ず、アース付き3Pコンセントに接続してください。

*** アース不良は、感電事故に繋がる可能性があります。**



装置の準備は完了です。

作業開始まで、不用意に装置に触らないよう注意してください。
重大な事故に繋がる恐れがあるため、装置の操作を熟知した作業員以外の方が触れることが無い様に、指導、管理を徹底してください。

4 プラズマ放電調整

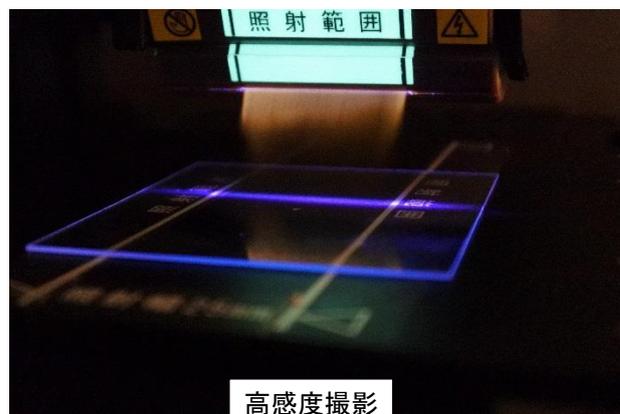
プラズマジェット吹出し状態を調整します。

- 1) 部屋の照明を消す、もしくは、装置周囲を遮光してください。
 - * 明るい環境では、プラズマジェットの発光は目視困難です。
 - * 周囲を暗くできない場合は、窒素 (N₂) 流量 25L/min で使用してください。
- 2) 高さ調整ノブを回し、プラズマ照射部を 10mm 以上上昇させてください。
- 3) N₂ ガスバルブをゆっくりと ON (縦位置) にしてください。
プラズマ照射口から窒素 (N₂) ガスが放出されていることを確認してください。
- 4) 周囲の安全を確認し、“プラズマ起動スイッチ” を押してください。
注意 “感電危険ライン” 内に手や体、導電物が触れないように注意してください。
- 5) プラズマジェット放電の状態を確認してください。

(周囲を十分に暗くできない場合は、プラズマ照射口を横から水平に見ると、見やすくなります)

プラズマジェット発光の強い部分が
10mm 程度あることを確認してください。

(右図は参考写真です。試料台上のワークは必要ありません)



- 5) 発光距離が短い場合は、窒素 (N₂) ガスの供給量を調整してください。
注意 窒素供給量が 30L/min を超えないよう注意してください。
装置が正常な場合、20L/min 以上供給しても、照射距離はほとんど変わりません。
供給量が多すぎると、プラズマ放電が吹き消され、出力が低下します。

注意 連続放電可能時間は 60 秒です

調整に時間がかかる場合は、電極温度が下がるまで (ガス放出したまま 3 分以上。ガスを止める場合は 10 分程度) 放電を休止してください。

5 プラズマジェット照射、注意事項

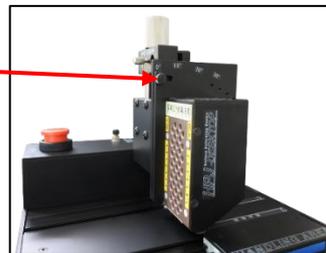
1) プラズマ処理対象素材を試料台に載せます。軽い素材は粘着テープ等で固定してください。

2) 照射角度の変更が可能です。

角度固定ネジを取り外し、
任意の角度で固定してください

照射角度の変更に伴い、照射口部の高さが変わります。
スケールなどを用いて照射高さの調整をしてください。

角度固定ネジ



3) 試料台をプラズマ照射口下まで移動させ、照射高さを調整してください。

高さ調整ノブは1回転で1mm上下します

プラズマジェットの照射距離は10mm程度です。(推奨距離2mm)

近くなるほど効果が高くなる傾向がありますが、照射口がワークに接触しないよう注意してください。

4) 試料台を手前に戻し、窒素ガスバルブをゆっくり開いてください。

5) “感電注意ライン”内に触れないよう注意して、“プラズマ起動スイッチ”を押してください。

プラズマ活性ガスが照射されます。(押し続けている間だけ照射します。手を離すと照射停止します)

照射初期はプラズマ出力安定しない場合があります。5~10秒程度待ってから試料台を移動させてください。

6) 試料台を奥端まで移動させプラズマ処理を行います。

最手前から奥端までの移動時間-速度換算参考 (試料台移動ストローク 143mm)

30秒・・・4.7mm/sec・・・約0.3m/min

20秒・・・7.15mm/sec・・・約0.4m/min

10秒・・・14.3mm/sec・・・約0.9m/min

5秒・・・28.6mm/sec・・・約1.7m/min

3秒・・・47.7mm/sec・・・約2.8m/min

2秒・・・71.5mm/sec・・・約4.3m/min

* プラズマジェット照射口からは、強い紫外線が照射されています。
プラズマ照射中は低い位置から覗き込まないように注意してください。
紫外線を直視すると視力の低下、失明等の重大な障害を受ける可能性があります。

7) プラズマ処理が終わりましたら、プラズマ起動スイッチから手を離し、窒素ガスバルブを閉じ、試料台を手前に戻してください。

8) 作業終了後は窒素ガス供給元のバルブを閉めてください。
安全のため電源コンセントを外してください。

* 外気温が低く、装置が冷えている場合は、稼働初期にプラズマの発生が減少する傾向があります。窒素ガスを放出しない状態で、15～20秒程度“プラズマ起動スイッチ”を押し、暖機運転してください。その後、窒素ガスを出しながら、プラズマ放出状態が安定するまで照射確認してください。

*** 連続照射時間は“60秒以内”です。(冷却時間10分以上)**

本装置のプラズマ電極ユニットは耐熱素材を使用して製作しておりますが、本装置はプラズマ電極部の冷却機構は備えていないため、連続照射時の温度上昇で、電極ユニットが溶損し、漏電や発火の可能性があります。

また、温度変化による電極の構成素材の熱膨張率の違いから、電極部のセラミックの破断による故障の可能性もあります。

なるべく短い時間で処理を終えられるように心がけて頂けますようお願いいたします。

連続照射時間の上限を厳守していただくとともに、電極部が十分に冷える時間をおいて、次の照射を行うようにしてください。

(ガス放出したまま3分以上。ガスを止める場合は10分以上)

* 10秒程度の照射時間であれば、10秒程度の冷却時間で繰り返し使用できます。

プラズマ照射時に発煙、異臭、異音、白い発光等の症状や疑いのある場合は、直ちに作業を中止し、アクアまで連絡を頂けますようお願いいたします。

- 効率よくプラズマ処理をして頂くために -

本装置は、連続照射時間が60秒以内と限られており、再使用までの冷却時間も必要となりますので、プラズマ処理を始める前に、処理対象素材の準備とセッティング、周囲の作業環境を十分に整えてからプラズマ処理を始めるよう心がけてください。

素材によって、プラズマジェットによる表面改質効果に違いがあります。一般的に、金属は濡れ性の向上等の効果が出やすく、耐薬品性の高い素材は効果が出にくい傾向があります。

効果の出にくい素材の場合、プラズマジェットのわずかな照射条件の違いで大きく効果の違いが出る場合があります。

プラズマ効果のパラメータ

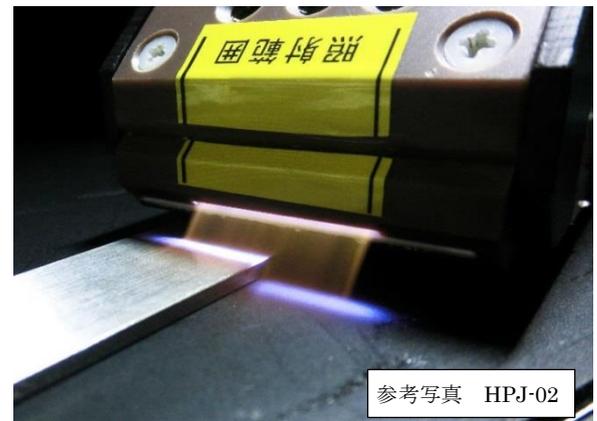
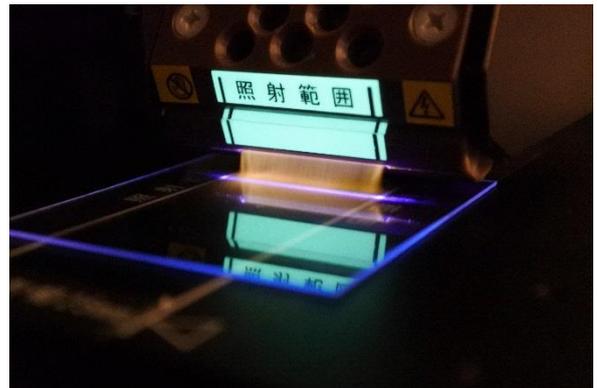
- 照射距離 2mm 前後を推奨
…近いほど効果が高くなりますが、素材によっては近づけすぎると悪くなるものもあります
- 搬送速度 5~20mm/sec 推奨
…速度が遅いほど効果が高くなりますが、遅すぎると素材表面が損傷する場合があります
- 窒素ガス流量 25L/min 推奨
…流量が多いほど効果が高くなりますが、多すぎるとプラズマ放電が吹き消され弱くなります

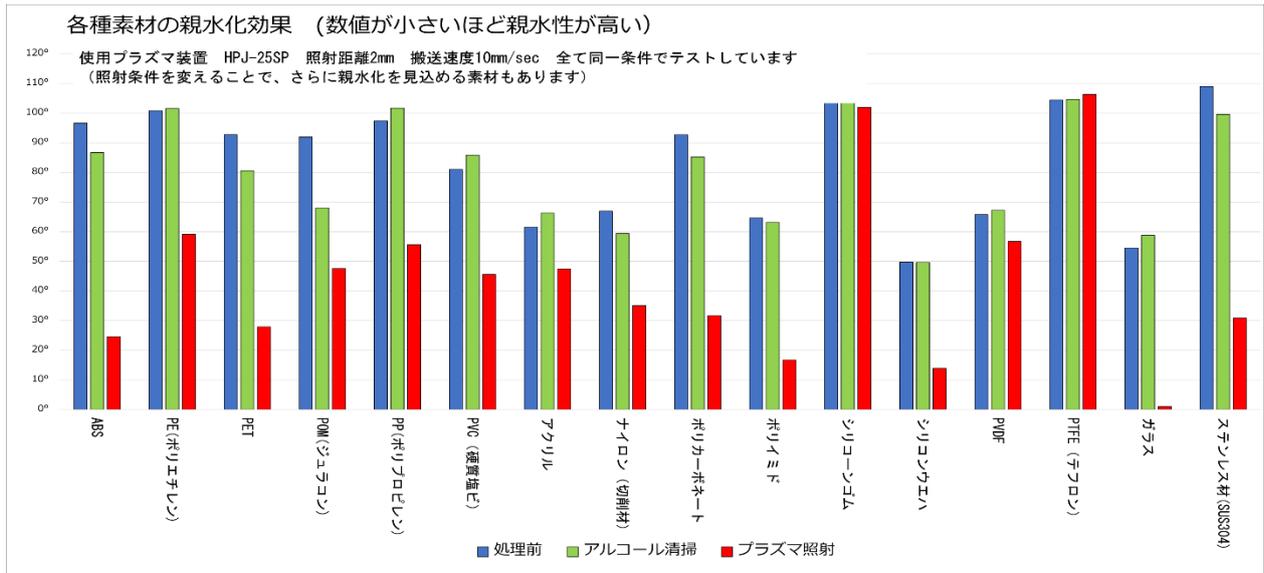
照射距離が長いため、多少の段差や表面の荒い素材にも処理が可能です。

プラズマ活性ガス自体は熱や電氣的な対象物へのダメージはほとんどありませんが、電子部品や微細な基板等デリケートな対象物に関しては、十分にテストを行っていただけようようお願い致します。

プラズマ活性ガス自体は触れても危険はありませんが、装置の状態や環境条件によって、漏電、感電の危険がありますので、右図のように手や体を近づけないよう注意してください。

内部は最大 10KV の電圧で放電しています。





上記グラフは主な素材のプラズマ処理による接触角（親水性）の変化を比較したものです。

(数値は水滴の接触面の角度です。数値が小さいほど親水性が良いことを示します)

20mm/秒以下の搬送速度であれば、ダイレクト型に劣らない効果が得られます。

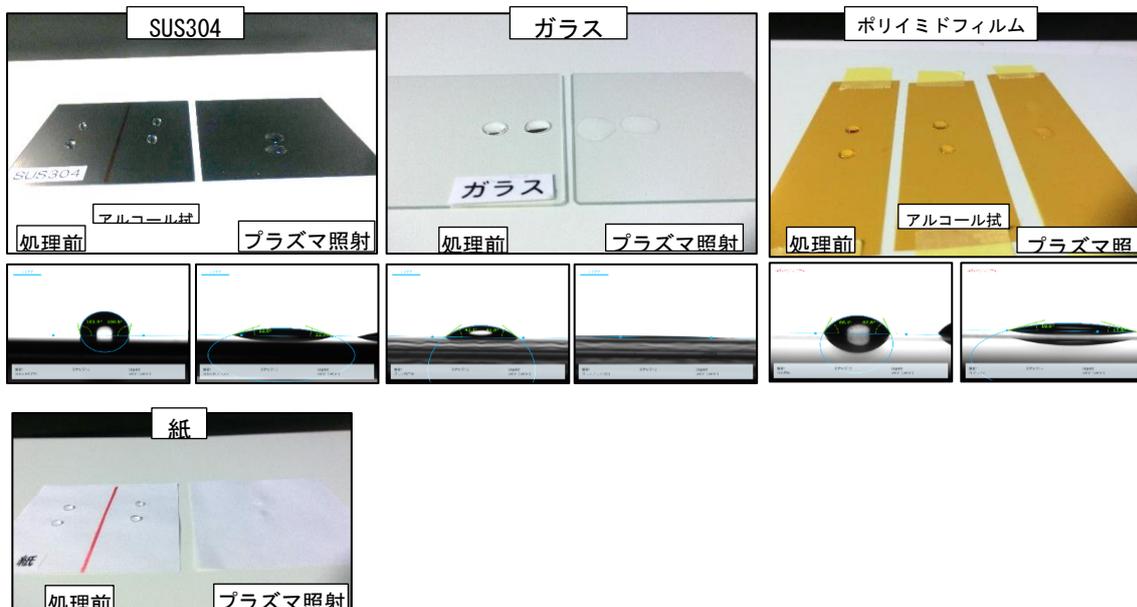
(* PTFE 等フッ素系樹脂、ゴム類へのプラズマ効果は少ない傾向があります。)

- ・ 素材のメーカーやグレード、保管状態、測定時の気候等によって測定結果は変わります。測定結果参考としてご了承願います
 - ・ 同名の素材であっても、添加物の違い、コーティングの有無、表面仕上げ等によりプラズマの効果は大きく変化します
 - ・ 接触角測定には数種の計算方式があります。弊社では液滴左右の角度を個々に測定できる Ellipse (Tangent-1) で測定し、左右平均角度で算出しています。一般的な $1/2 \theta$ 方式 (液滴の縦横比率から計算) と比較すると、 $1 \sim 3^\circ$ 数値が大きくなっています
- 接触角測定結果には、10%程度の誤差 (測定時のバラツキ) があります

* 接触角変化=目的の効果とはならない事例が多数あります。必ず現物素材で目的の処理に対する効果をご確認ください

シリコンゴムなどは接触角の変化は少ないですが、接着や塗装強度の向上、接着剤レス接合が可能になる等、接触角変化では測れない大きな改質効果を示す素材があります。

生物や人体などへの長時間照射は不測の症状を引き起こす可能性がありますので注意してください



大気圧プラズマ、エキシマ、UV 等、表面改質装置のご用命は



Solution Company

株式会社 **アクア**

〒610-0343 京都府京田辺市大住池島 40-5

TEL 0774-34-0303 FAX 0774-34-0314

URL:<http://www.aqa-kyoto.co.jp/>